Láng Attila D.

Így lettünk

Láng Attila D.

Így lettünk

2023

Tüncinek

A szerző festményeivel

A szerző magánkiadása

ISBN 978-615-6623-00-3

Hogyan lettünk mi?

Valamikor kisgyerekkorunkban valamennyiünkben fölmerül a kérdés: „Hogyan lettem én?" Amikor a kérdést föl is tesszük a szüleinknek, akkor már úgy szoktuk megfogalmazni: „Hogyan születnek a kisbabák?" Erre a szüleink valamilyen korunkhoz alkalmazott magyarázatot adnak a gyerekek születéséről.

Ez oké. Csak a kérdésnek van egy másik fele is. Igen, a kisbabák az anyukájuk és az apukájuk jóvoltából jönnek a világra. Nyilván az anyukák és az apukák is ugyanígy jöttek a világra, a nagymamáknak és a nagypapáknak köszönhetően, akik a dédmamáknak és dédpapáknak... no de hol van ennek a folyamatnak az eleje? *Öröktől fogva* így ment? Vagy volt egy legelső anyuka és apuka? De akkor azok honnan voltak?

A régi emberek sokféle magyarázatot találtak ki erre. Több tucat történetet ismerünk, amik az emberiség létrejöttét mesélik el.

A legismertebb közülük a *Bibliá*nak abban a részében van, amit *Teremtés könyvé*nek is hívnak: eszerint Isten teremtette az első embert, akit „éppen ezért" Ádámnak hívott (és nem derül ki, hogy miért „éppen ezért" – hát azért, mert ezt eredetileg héberül írták, és héberül *adamah* földet, talajt jelent, amiből Isten gyúrta az embert a magyarázat szerint). Később Ádám egyik bordáját kivette, és megalkotta belőle Évát, az első nőt (héberül *háj* életet jelent, ebből van a név eredeti alakja: Hává). Aztán jöttek a gyerekek, Káin és Ábel.

De ez csak az egyik magyarázat. Van még bőven.

Az ógörögök úgy gondolták, hogy először is a semmiből létrejött Gaia, a föld istennője, aki megszülte Uránoszt, az égboltot. Uránosz megtermékenyítette édesanyját, és rengeteg gyerekük született, tizenkét titán (óriás), az egyszemű küklopszok meg a százkarú hekatonkhirek. Népes társaság, és ez csak a kezdet. Az ógörög történetíróknak rengeteg szabadidejük volt, úgyhogy százával találtak ki isteneket, óriásokat, szörnyeket, mindenféle csodalényeket.

A babiloniaknál Tiamat volt az istenanya és Apszu az istenapa, és nekik lett egy csomó istengyerekük, előbb Lahmu és Lahamu, aztán Ansar és Kisar. Ezeknek is lettek istengyerekeik, és így tovább. Így írja le a huszonhárom évszázados babiloni eposz, az *Enúma Elis.*



Egy ógörög isten; nem tudom, melyik, én csak megfestettem

A finneknél Ilmatar, az istenanya hétszázharminc évig volt terhes egy kacsatojással, mire végül megszületett Väinämöinen [vejnemöjnen], a hős és énekmondó. Így írta le Elias Lönnrot [eliasz] a *Kalevalá*ban, de nem ő találta ki, ez egy könyvnyi hosszúságú vers a finn népmesékből összegyűjtve, csuda gubancos történet.

A handika vallásban először is volt Szemnoru, az Ősvilág szelleme, aki megteremtette a csillagokat és az óceánt, aztán a Párszellemeket: Szingrut, a Fényt és Sumszit, a Sötétséget. De ezek összevesztek, mindkettő az eget akarta magának: Szingru azért, mert onnan jön a csillagok fénye, Sumszi pedig azért, mert az ég maga sötét. Szemnoru teremtett nekik egy napot és néhány földet, de sehogy se tudtak megegyezni, ezért megteremtette Szianét, az Újvilág szellemét, hogy vigyázzon rájuk. Sziane teremtette meg az első embert, Aurangiszuratot, aki persze nő volt, és anya lett. Aztán már jöhettek a gyerekek. Így írja le a…

…persze lehet, hogy te még nem is hallottál a handika vallásról, igaz? Hát azt nem csodálom. *Ezt* a mítoszt én találtam ki. Mégpedig 1994-ben egy regényem számára, amit végül soha nem írtam meg, és eredetileg nem is emberekről szólt volna, hanem egy másik bolygó zöld bőrű lakóinak régmúltjában született ez a vallás. De ezt a teremtéstörténetet megírtam belőle, és 2019-ben egyszerűen elloptam saját magamtól és betettem *Ninda* című regényembe, ott van a hatodik fejezetben, megnézheted.

De ha ennyiféle teremtéstörténet létezhet, sőt egy békásmegyeri lakótelepi lakásban is lehet írni ilyet (vagy akárhol, te is írhatsz magadnak, csak egy kis fantázia kell) – akkor melyik az igazság?

Hát természetesen egyik sem.

Akármilyen kiábrándító, istenek nincsenek, soha nem is voltak. Sem szellemek, óriások, akármiféle csodalények, akiket az ábrándos képzeletű írók kitalálták, akár kétezer évvel ezelőtt éltek, akár napjainkban. Emberek vannak, állatok, növények. Varázslók és varázslatok sincsenek. (Történetesen Ninda népénél vannak törzsi varázslók, és amikor valaki megkérdezi, hogy mi a dolga a varázslónak, akkor közlik vele, hogy semmi, mert varázslatok nincsenek.) Nincsen terülj-terülj asztalka, mert a létezése ellentétes lenne az *energiamegmaradás törvényé*vel, ami a világmindenség egyik legalapvetőbb törvénye, és nem lehet se megszegni, se megkerülni, semmit se lehet tenni ellene – nem azért, mert akkor valaki megbüntet, hanem mert lehetetlen. Ez a törvény azt mondja, hogy tömeg vagy energia nem keletkezhet és nem semmisülhet meg, csak átalakulhat. Vagyis a mesében előfordulhat, hogy a varázsló int a pálcájával és ott terem egy sárkány, de a valóságban annak a sárkánynak valahol előzőleg is lennie kellett (volna). Igen, a színpadon a bűvészek megcsinálják, hogy nyuszit húznak ki abból a cilinderből, amiben előtte nem volt semmi – megmutatták! –, de tudjuk, hogy ez játék, a bűvész nem *megteremti* azt a nyuszit a semmiből, hanem az a nyuszi addig is ott volt valahol, a cilinder titkos zsebében, a bűvész ruhaujjában vagy bárhol a közelben, és éppen azért tapsoljuk meg a bűvészt, mert olyan ügyesen tudta „odavarázsolni”, hogy nem is vettük észre, és egyszer csak megmutatta.



Nem, ez nem a Viharisten

A tudósok századokon át kutatták, hogyan jött létre az ember és az élővilág, hogyan keletkezett a Föld, a Nap, a csillagok. Ma már tudják. A különféle vallások teremtésmítoszai azonban ma is élnek, és képviselőik szenvedélyesen vitatkoznak a tudósokkal. Persze babiloniak és ógörögök már nincsenek, és a finnek se hisznek a *Kalevala* történetében, de keresztények, muszlimok, zsidók, buddhisták ma is vannak. Sajnálom, ha megbántom őket ezzel a könyvvel, de ezt a könyvet nem én írtam, hanem a tények, amik sokkal, de sokkal ősibbek, mint bármiféle vallás – vagy bármiféle ember.

Ha téged arra tanítottak, hogy mindent Isten teremtett, akkor lehet, hogy ez a könyv nem fog tetszeni. De ezzel én nem tudok mit tenni, ez van. Te döntöd el, hogy megpróbálod elfogadni, amit írok, vagy sem. Ha akarod, itt az elején be is csukhatod a könyvet. Én nem csaplak be szándékosan, bár persze egy-két részletben tévedhetek. A vallási tanítás viszont sajnos nem igaz.

A vallásokat emberek találták ki, régi korokban élt emberek, akiknek még nem ismerték a magyarázatot a világ számos jelenségére. Nem tudták, mi okozza a szelet, az esőt, a vulkánkitörést, a nappal és éjszaka váltakozását, az évszakokat, és még sok mindent. De látták mindennap, hogy a tigris megöl egy zebrát, az ember almát tép a fáról, arrébb rúg egy követ stb. – *valaki csinál valamit.* Emberek és állatok hatással vannak a környezetükre, változtatnak rajta. Tehát megvan a magyarázat! A szél, az eső és a többi is csak úgy történhet meg, hogy valaki csinálja! És kitalálták a szélistent, az esőistent, a napistent és a többit. Aztán a vallások egyre kifinomultabbak lettek, egyre részletesebb ismertetéseket adtak mindenféléről, és megjelent bennük mindenféle erkölcsi mondanivaló („ne ölj" és hasonlók).

Csak hát ettől még tény, hogy az emberiség története nem úgy kezdődött, hogy Isten meggyúrta „a föld porából" Ádámot. Porból vagy földből nem lehet embert teremteni, mert az ember egészen másféle anyagokból van. Vagy ha Istennek képességében állt ilyen szinten átalakítani az anyagokat, akkor lényegtelen, hogy miből csinálta. Viszont akkor nem volt szüksége Ádám bordájára sem, hogy megteremtse belőle Évát. Téphetett volna egy levelet akármelyik fáról, az is megfelelt volna nyersanyagnak. (Egy bordacsont nyilvánvalóan nem elég egy ember létrehozására, akárhogy fúrunk-faragunk, hiszen az ember sokkal nagyobb az egy szál csontnál, és izmok is kellenek, belső szervek, egy csomó minden.)

Egyes hívők erre azzal vágnak vissza, hogy a tudományos magyarázat is képtelenség, mert aszerint az ember egyszerűen létrejött szénből, hidrogénből, oxigénből, kalciumból, foszforból és egy csomó más anyagból, márpedig ha ezeket a megfelelő mennyiségben összeöntjük, abból nem lesz ember, a tudósok meg azt állítják, hogy de.

Nem, nem ezt állítják. Ez a tudományos magyarázat félreértése. Az ember nem létrejött (a semmiből), hanem *kialakult.* Része az élővilágnak, amely sok millió állat- és növényfajt számlál, és nem létrejött (a semmiből), hanem *kialakult.* A Föld bolygón, amely része a Naprendszernek, és ez sem létrejött (a semmiből), hanem – úgy bizony, *kialakult.* Semmi sem jön és nem is jöhet létre a semmiből. Ellentmondana az energiamegmaradás törvényének.

De nem kezdhetjük az emberrel. Éppen ellenkezőleg. Az ember csak a történet vége felé léphet színre. Ez a könyv a *valóságos* „teremtést” írja le, azt, ahogyan a világmindenség valóságosan létrejött. Vagy legalábbis amit a tudósok eddig kiderítettek erről. Ez a történet hosszú, a leghosszabb történet, ami létezik – tizennégymilliárd évet ölel föl – és több részből áll:

1. A világegyetem kialakulása.
2. A Naprendszer kialakulása.
3. A földi élővilág kialakulása.



ELSŐ TÖRTÉNET:
A VILÁGEGYETEM

Az ősrobbanás

Rögtön az elején meg is kell védenem a vallásos embereket. Történetesen aki az ősrobbanás elméletét 1931-ben kidolgozta, az egy katolikus pap volt, aki fizikát és csillagászatot tanított egy belga egyetemen: Georges Lemaître [zsorzs lömetr].

Az ősrobbanást elég tömören kell leírnom, mert én sem értek belőle többet. Hol volt, hol nem volt (nem tudjuk, hogy hol volt), volt egyszer egy szingularitás. Egy pillanat türelmet, mert most meg kell magyaráznom, hogy mi az a szingularitás.



Az ősrobbanás, amilyen biztosan nem volt – ez csak egy festmény

Nem tudom.

Senki sem tudja. Matematikai modellek vannak rá, elképzelések, hogy milyen lehet, ennek alapján le lehet rajzolni vagy festeni, és akkor van egy rajzunk vagy festményünk, de szingularitásunk még mindig nincsen. Soha senki nem látott szingularitást. Én úgy képzelem el, hogy a végeláthatatlan, üres fekete semmiben egy pötty. Hogy mekkora, arról fogalmam sincs. De nagyjából mindegy is.

Szinguláris azt jelenti, hogy egyedi, kivételes, különleges. *Szingularitás* pedig olyan hely, ami szinguláris. Magyarán ezzel az elnevezéssel nem mondtunk róla

semmit. De nem is tudunk róla semmit, csak annyit, hogy ebben a szingularitásban volt az egész világegyetem összes anyaga, vagyis nyilván sehol máshol nem létezett semmi más. Csak ez a szingularitás volt, és kész. Következésképpen tényleg elég különleges volt, mert ez az egyetlenegy dolog létezett az egész világegyetemben.

Aztán ez 13,8 milliárd évvel ezelőtt fölrobbant, és az anyag szétrepült az űrben. Ebből lett minden, ami azóta keletkezett.

Ez így elég uncsi, és még nem is mentem bele a matematikai magyarázatba (nem is értek hozzá és nem is akarok, ez a könyv nem professzoroknak szól). De hát erről nem tehetek, az ősrobbanás egy uncsi történet. Akkor is ez történt és kész. Azazhogy egyáltalán nem biztos, hogy tényleg ez történt. Ez csak egy elmélet. Elég alaposan kidolgozott elmélet, például kiszámították, hogy az ősrobbanás utáni szempillantásnál is rövidebb időszaknak melyik részében milyenfajta parányi részecskéknek kellett kialakulniuk a fizika törvényei szerint – de akkor is csak egy elmélet, nem szentírás.

Apropó szentírás, persze a vallásos emberek belekötnek ebbe, mondván, hogy őszerintük Isten teremtett mindent és Istent nem teremtette senki, Isten egyszerűen csak volt – hát az ősrobbanás-elmélet szerint meg a szingularitás teremtett mindent, és a szingularitást nem teremtette senki, az egyszerűen csak volt. Akkor mi a különbség? Hát az, hogy a vallás azt mondja, hogy Isten az márpedig volt, hidd el – a tudomány meg azt mondja, hogy a világegyetem keletkezését az ősrobbanás elméletével képzeljük el, és most nézzük meg, hogy ezt be tudjuk-e bizonyítani, vagy éppen valami olyasmi derül ki a további kutatás során, ami miatt teljesen meg kell változtatni az elképzelésünket. Ez bizony nagy különbség. Egy tudós soha nem mondja, hogy „ez márpedig így van", amíg apróra végig nem kutatott minden körülményt, ami csak szóba jöhet, és ki nem derült, hogy minden összevág. De akkor is csak annyit mond, hogy „a tudomány mai állása szerint ez így van". Ha később az derül ki, hogy tévedett, akkor visszavonulót fúj, és onnantól mást állít.

De miből lett az elképzelés, hogy volt egy ősrobbanás? Nos, elsősorban abból, hogy a csillagászok meg tudják mérni a csillagok távolságát és mozgási sebességét. Majd esetleg később megbeszéljük, hogy hogyan, most a lényeg az, hogy elkezdték méricskélni a csillagokat, és feltűnt nekik valami. A csillagok, helyesebben a galaxisok távolodnak tőlünk. Mégpedig minél messzebb vannak, annál gyorsabban. Elkezdtek gondolkodni ezen, és arra jutottak, hogy az azért mégiscsak lehetetlen, hogy pont mitőlünk (vagy egy hozzánk közel levő helytől) távolodjanak, egyöntetűen, és minél messzebb vannak, annál gyorsabban. Mert hát mi van olyan különleges a mi környékünkön? Elijesztettük őket valamivel?

Arra jutottak, hogy az egyetlen értelmes magyarázat az, hogy ha el tudnánk menni valamelyik őrületesen távol levő galaxisra, és ott is elvégeznénk ezeket a méréseket, ugyanezt kapnánk. A galaxisok távolodnak egymástól, minél messzebb vannak, annál gyorsabban.

Mindegyik mindegyiktől!

Következett a fejtörés, hogy akkor hol van a középpont, *ahonnan* távolodnak. Az lett az eredmény, hogy a távoli múltban. Kedvenc hasonlatuk a lufi. Fogj egy lufit, fess rá filctollal pontokat, és kezdd el felfújni. A pontok egyre messzebb kerülnek egymástól, ahogy tágul a gumi. De sehol a gumi felületén nem találod meg azt a helyet, amitől távolodnak, mert az bent van a lufi közepében. Hát az ősrobbanást sem találod meg, mert az meg a múltban van.



Galaxisok meg mindenféle űrbeli izé

Az ősrobbanás másik neve Nagy Bumm, és tartozik hozzá egy Nagy Reccs is. Ez az elmélet azt mondja, hogy a szétrepülő galaxisok egy idő után lelassulnak majd, aztán elkezdenek visszafelé haladni, egyre gyorsabban zuhannak egymás felé, és végül öszszeütköznek mind, egyetlen szingularitásban. Ebben az elméletben nekem az tetszik, hogy választ ad a Nagy Bumm elméletének megválaszolhatatlan kérdéseire:

1. Mi volt a Nagy Bumm előtt? (Hát az előző Nagy Reccs.)

2. Honnan lett az a sok anyag ott a szingularitásban? (A Nagy Reccs előtt is léteztek galaxisok, azokban.)

3. Mi robbantotta föl a szingularitást? (Nyilván az a szörnyű erő, amivel egymásnak ütköztek a galaxisok.)

Ha ez így van, akkor lehetett akár végtelen számú Nagy Bumm és Nagy Reccs, és lehet végtelen számú a jövőben is.

A Galaxis

Több könyvet is olvastam már, amik arról mesélnek, hogy hol élünk: kezdve akár éppen a saját lakásunkkal, aztán jön az utca, a város, az ország, a földrész, a Föld, a Naprendszer, a Galaxis. Én a fordított sorrendet választottam, mert az tükrözi az események időrendjét. Először ugyanis a galaxisok jöttek létre.

A csillagászok szerint több mint százmilliárd galaxis van a világegyetemben, úgyhogy ha nem baj, akkor nem beszélek mindegyikről külön-külön; enyhén szólva is hosszú könyv lenne belőle. Arról a galaxisról beszélek csak, amelyikben mi élünk, és ezért a neve nagybetűvel Galaxis, másképpen Tejút, Tejútrendszer vagy Galaktika. Illetve nem is másképpen, mert ez a szó, hogy *galaxis,* pontosan azt jelenti, hogy tejből van.

Ugyanis az történt (akarom mondani dehogyis történt meg), hogy az ógörögök főistenének, Zeusznak volt egy fia, Héraklész, latinból magyarosított nevén Herkules. De ez a fiú nem a feleségétől volt, Zeusz ugyanis egy igazi nőcsábász isten volt. Zeusz felesége Héra volt, a főistennő, elég jó családból, mert az apja Kronosz volt, az időisten (róla nevezték el a *kronométer*t, ahogy a nagyon pontos órákat hívják), szóval nem volt akárki. Viszont Héraklész anyja nem volt istennő. Ezért Zeusz elvitte a kicsi Héraklészt Hérához, és amíg az asszony aludt, rátette a kisbabát a mellére, hogy szopjon egy kis isteni tejet. Ez bejött, mert Héraklészből az ógörögök legnagyobb hőse lett, viszont nem szophatott sokáig, mert Héra fölébredt, meglátta a mellén az idegen gyereket, és ellökte. Ekkor kifröccsent egy kis tej, ami foltot hagyott az égbolton. És az úgy maradt, ezért hívják tejútnak. Görögül *gála* tejet jelent.


Héraklész

Héra, Zeusz és Héraklész sosem létezett, de a folt tényleg ott van az égbolton. A valóság persze pontosan a fordítottja annak, amit a legenda elmesél: nem Héra kifröccsenő teje okozta a foltot, hanem a görögök látták a foltot, és kitalálták hozzá magyarázatként a mesét.

Mi a folt? A Galaxis. De mi a Galaxis?

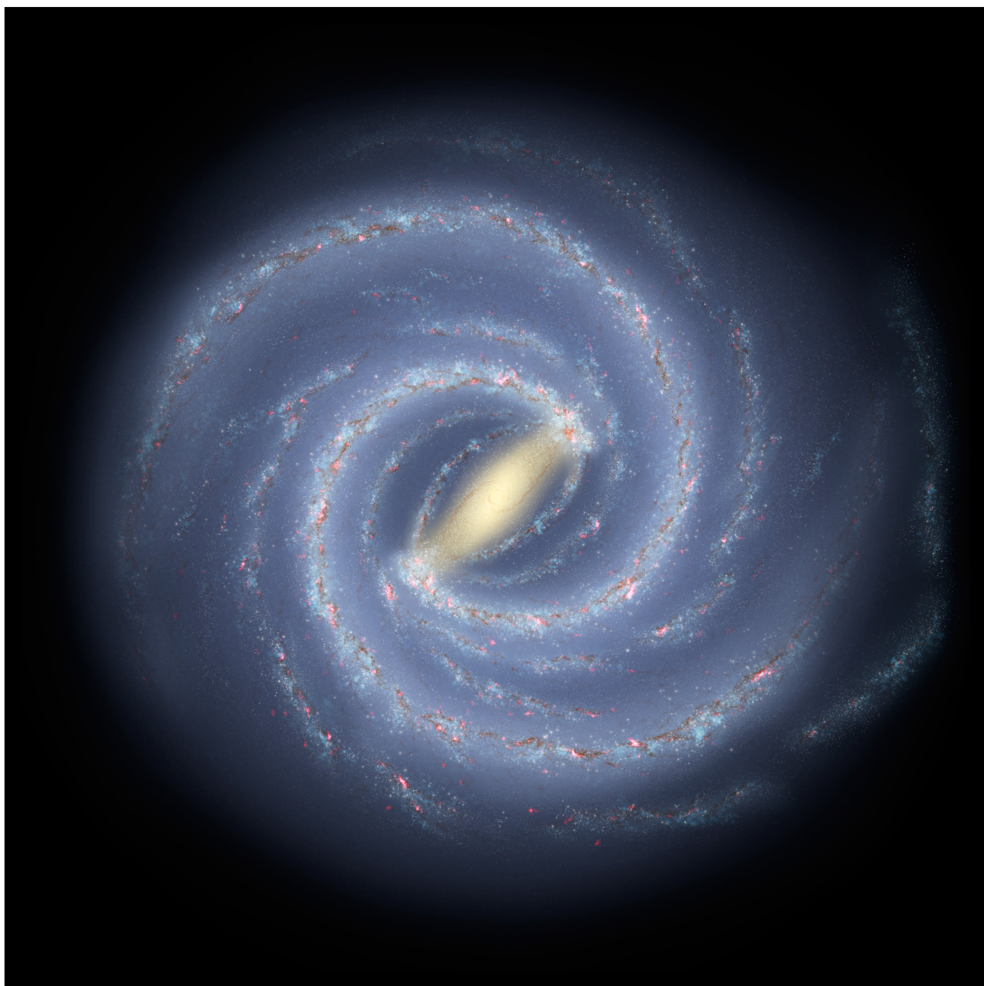


A Tejút, ahogy a Földről látjuk; ez nem festmény, ezt Trevor Dobson fotózta Nyugat-Ausztráliában, 2020-ban; balról a hegyek fölött látható sárga fény a nagyváros, Perth ragyogása

A Galaxis tömérdek (100-400 milliárd) csillag óriási halmaza, amely spirál alakban forog a középpontja körül. Emberi mérték szerint felfoghatatlanul hatalmas, közel százezer évbe telne, hogy a fénysugár eljusson az egyik szélétől a másikig. A fantasztikus irodalomban sok történet szól arról, hogy az emberiség a távoli jövőben már képes lesz bekalandozni az egész Galaxist; ilyen a *Star Trek,* a *Dűne,* az *Alapítvány-történetek,* a *Csillagok háborúja* (bár az egy másik galaxisban játszódik), de én is írtam két ilyet, a *Nindá*t és a *Jane Carson kalandjai*t. Valójában azonban fogalmunk sincs, hogy valaha képesek leszünk-e erre, mert a távolságok döbbenetesen óriásiak. Jelenleg a legnagyobb távolság, amit ember alkotta tárgy képes volt megtenni, nem egészen 24 milliárd kilométer: ennyire van tőlünk a *Voyager–1* űrszonda, amely 1977-ben indult útnak, és közel 45 és fél év alatt, 2023 februárjáig ekkora utat tett meg.

24 milliárd kilométer elég soknak hangzik, de a Galaxis méreteihez képest a *Voyager–1* még mindig egy helyben áll. Több mint hetvenhatezer évébe fog telni, hogy elérje a legközelebbi csillagot (ha egyáltalán jó irányba halad), de galaktikus méretekben mérve az csak annyi, mint ha valaki körbe akarja utazni a Földet, és az utca másik oldalára már átsétált.

1905 óta tudjuk Albert Einsteintől, hogy semmi sem mozoghat olyan gyorsan, mint a fény. Ez elég rossz hír azoknak, akik galaktikus utazásokat terveznek, mert a Galaxis mé-



A Tejút kívülről; ezt nem én festettem, hanem a NASA. Mi a nagy küllő alsó végétől induló spirálkartól lefelé a második spirálkaron vagyunk, a képen csak egy-két centire, de ami itt egy milliméter, az a valóságban iszonyú távolság. A Nap is túl kicsi ehhez a képhez. Úgyhogy nem is integetek...

retei mellett a *fényév* nem számít nagy távolságnak, márpedig ez az a távolság, amit a fény egy év alatt megtesz. Ha ilyen sebességű űrhajót tudnánk építeni (ami lehetetlen, tessék ezt Einsteinnek elhinni), akkor is több mint négy évbe telne elérni a legközelebbi csillagot, és újabb négy évbe visszajönni onnan. Találtam egy listát a húsz fényéven belül található csillagokról: mindössze 94 naprendszerről tudunk ebben az egészen közeli szomszédságban.

Mindezek miatt a fantasztikus írók, akik galaktikus méretű utazásokról írnak, egészen más módszereket találnak ki. Kedvenc módszerük a *hiperugrás,* amikor a hajó egy szem-

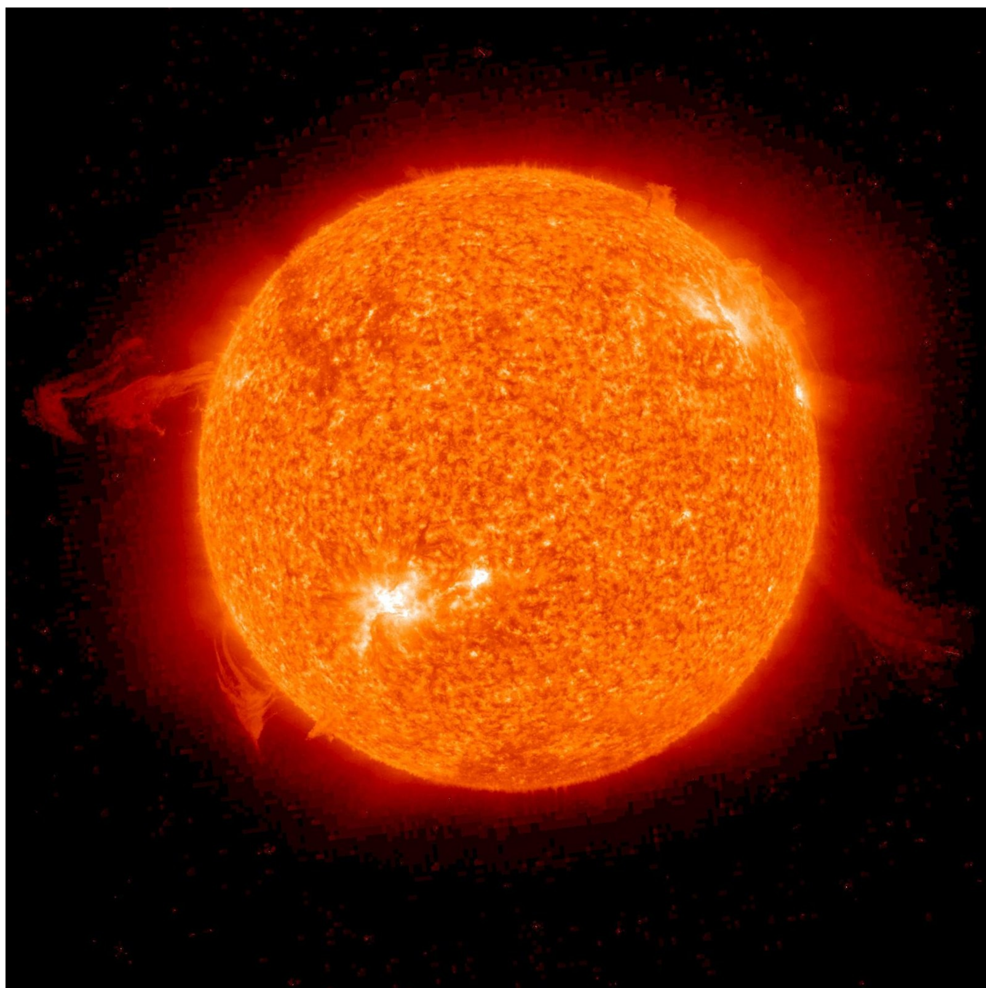
pillantás alatt a Galaxis egy távolabbi részén terem. Néha bonyolult tudományos magyarázatot adnak hozzá (például én ezt tettem a Jane Carson-történetekben), máskor (mint én a *Nindá*ban) egyszerűen rábízzák az olvasóra, hogy képzelje el, hiszen nyilván már „tudja", mi az a hiperugrás.

Sajnos azonban a hiperugrás egyelőre nem létezik, és gyanítom, hogy nem is fog. Bár azt nem merem egyértelműen állítani, hogy ellentétes a fizika törvényeivel. Úgyhogy kénytelenek vagyunk a Galaxist abból a két nézőpontból tanulmányozni, ami rendelkezésünkre áll: innen a Földről.

Márminthogy ez csak egyetlen nézőpont, ugye? Szerencsére kettő. Ugyanis az űrtávcsöveink segítségével már elég jól meg tudjuk figyelni a távoli galaxisokat is, és ebből következtethetünk arra, hogy a sajátunk milyen, ámbár kívülről nem tudjuk megnézni. Persze a galaxisok se mind egyformák, ezért a csillagászoknak nem kevés rádiós megfigyelésbe, számítgatásba és fejtörésbe került kialakítani egy elképzelést arról, hogy a miénk milyen lehet. Jelenleg úgy gondolják, hogy először is van a közepében egy körülbelül 27 ezer fényév hosszúságú „küllő", ahol nagyon sűrűn vannak a csillagok, és annak a közepében egy hatalmas fekete lyuk, ami négymilliószor akkora, mint a mi Napunk. A küllőt egy gyűrű veszi körül, abból pedig négy nagyobb és két kisebb spirálkar nyúlik ki. Ezek egyikén, az Orion-karon van a mi Naprendszerünk, 27-28 ezer fényévre a Galaxis középpontjától.

De ha ez a könyv mondjuk ötven évvel azután kerül a kezedbe, hogy én megírtam, akkor lehet, hogy már nem is úgy van. Nem mintha a Galaxis ennyi idő alatt megváltozna, dehogyis. Csak a róla alkotott elképzelések változnak, mert a csillagászok egyre több ismeretnek jutnak a birtokába, egyre finomítják az elméleteiket, és ennek megfelelően másképpen írják le a világegyetemet. Így például amikor én olvastam gyerekkoromban a Galaxisról, akkor a központi küllőről még nem volt említés, úgy írták le a Galaxist, hogy a közepén a hatalmas fekete lyukat egy gömb alakú, ragyogó csillagsűrűsödés veszi körül. Most ötvenkét éves vagyok, tehát mondjuk negyven évvel ezelőtt olvastam erről olyan könyvekben, amiket tíz-húsz évvel azelőtt írtak – legfeljebb hatvan éve. De már „megváltozott" a Galaxis, vagyishogy a róla alkotott kép. (És nemcsak az. Később szó lesz róla, hogy nemrégiben szemtanúi voltunk, ahogyan a Naprendszer szegényebb lett egy egész bolygóval.)

A csillagok



A csillagászok úgy is le tudják fényképezni a Napot, hogy ne vakítson és látsszanak a részletek

Nem felejtettem el, hogy olyan szavakkal dobálóztam az előzőekben, amiket nem magyaráztam meg, de egy kis türelmet kérek még. Nem beszélhetek a fekete lyukakról, amíg nem beszéltem a csillagokról.

A gyerekeknek írt ismeretterjesztő könyvek egyik kedvelt eszköze az, hogy kipróbáltatják az olvasóval, amiről írnak. Hát ez most nem lesz.

Vagy mégis akarsz otthon csillagot építeni? Kérlek szépen, semmi akadálya. De ne a szobádban próbáld meg, mert annyi helyre lesz szükséged, amiben minimum néhány milliószor elfér az egész Föld. Viszont anyag csak egyféle kell: hidrogén. Palackozva árul-

ják. Az egyetlen gond, hogy a Föld teljes tömegének több százezerszeresére lesz szükséged. Végül pedig kell némi idő. Ha ügyesen csinálod, talán csak néhány millió év. Ja, és messze ki kell menned a Naprendszerből, sokkal messzebb, mint ameddig a *Voyager–1* űrszonda eljutott, különben a frissen épített csillagod nyomban elpusztítja a Földet!

Szóval megvan az oka, hogy tűzijátékot akár születésnapokon is rendeznek, de csillagot nem épít senki.

Az ősrobbanás után elképzelhetetlen mennyiségű hidrogén repült szét a világegyetemben. Miért hidrogén? Mert az a legegyszerűbb kémiai elem. Annyi volt belőle, hogy hatalmas felhőket alkotott az űrben. Ezekben a felhőkben a hidrogénatomok nem egyenletesen voltak elhelyezve, merthogy mitől lettek volna, hanem némelyik atom közelebb volt a szomszédjához. És egyszer csak vonzódni kezdtek egymáshoz, nem kimondottan romantikusan, csak az is fizikai törvény, hogy minden anyagi test vonzza egymást. Persze két könyv az asztalon nem fogja egymást vonzani, illetve de, csak ebből semmit sem vehetünk észre, mert a Föld összehasonlíthatatlanul nagyobb tömeg, ami sokkal erősebben vonzza őket – lefelé, a Föld középpontja felé. De ha földobod őket a levegőbe, akkor se fognak egymásnak csapódni, mert akkor is a Föld vonzóereje marad a sok milliárdszor erősebb, és az irányítja a repülésüket, nem a köztük levő pirinyó vonzóerő.

De amikor azok a hidrogénatomok szabadon lebegtek a világűrben és nem volt semmi más a közelben (meg a távolban sem), csak hidrogén, akkor bármelyik két hidrogénatom vonzóereje minden más erőnél erősebb volt, tudniillik semmiféle más erő nem létezett. Tehát megindultak egymás felé. A felhőben milliárd és milliárd hidrogénatom vette észre magán, hogy egyre gyorsabban repül valamerre, és egyszer csak nekicsapódott egy másik hidrogénatomnak, sőt nem is egynek, hanem egy egész csapat hidrogénatomnak vágódott neki. Hiszen *két* hidrogénatom vonzóereje már kétszer akkora, tíz atomé tízszer akkora, és így tovább. Ahogy szaporodtak az atomok egy-egy ilyen kis csomóban, úgy nőtt a csomó vonzóereje, és egyre több atomot vonzott magához, no meg csomókat is, a nagyobb csomók már távolabbról is vonzották egymást. És egyszer csak előttünk állt egy – dehogyis egy: milliárd és milliárd – hatalmas hidrogéngömb, amit úgy hívunk, hogy *globula*. De most foglalkozzunk csak eggyel.

Egy ilyen hidrogénfelhő mondjuk ötven fényév átmérőjű volt, ritkásan elszórt hidrogénből, de ahogy globulákká tömörödött, azok már „csak" mondjuk száz fényévnyiek. Egyébként érdekes dolog ebben az időszakban fényévekről beszélni, merthogy ugye egy fényév az a távolság, amit a fény egy földi év alatt megtesz. Csakhogy még nem is létezett a Föld! Sőt valószínűleg fény sem létezett, mielőtt az első csillagok létrejöttek volna.

A globula mindazonáltal nem foglalkozott vele, hogy ő mekkora, illetve hogyan lehetne őt megmérni, ha egyszer nincs még senki, aki ezt megtehetné. Tovább tömörödött,

hiszen bőségesen volt benne üres hely. A tömörödés hőt termelt, amitől a globula belseje egyre forróbb lett – eleinte még mindig dermesztően hideg, de melegebb, mint a külső részek, aztán még melegebb és még melegebb. Egy idő után egy olyan hidrogéngömb jött létre, ami a globulához képest már egészen kicsike volt, sokkal jobban össze volt sűrűsödve benne a hidrogén, egy egészen kicsi gömbben, és a belsejében most már borzalmas forróság uralkodott. Ez pedig mindent megváltoztatott. Sok millió foknyi forróságban, a ránehezedő kvintillió tonnányi hidrogén roppant súlya alatt a hidrogénfelhő közepe begyulladt, és a hidrogén elkezdett héliummá alakulni. *Fuzionálni.* Ez a szó egyesülést, összeolvadást jelent, és pontosan ez történt.

A hidrogénatom nem több egyetlen protonnál (meg egy elektronnál, de azt amúgy is elveszítette az ottani viszonyok között, az elektronok ott röpködtek szanaszét mindenfelé), és ezek a protonok egymásnak csapódtak a forróságtól kapott óriási sebességükkel. Az ütközés erejétől az egyik proton átalakult neutronná, és együtt maradtak: ezt *nehézhidrogén*nek hívják. Aztán beléjük rohant még egy proton, és létrejött a *hélium–3.* Amikor pedig két hélium–3 ütközött össze, akkor... számoljunk: két proton és egy neutron meg még két proton és egy neutron, az összesen négy proton és két neutron. Ebből együtt maradt két proton és két neutron, ez a *hélium–4.* És a maradék két proton elrepült megint, hogy folytassák más protonokkal ugyanúgy, a végtelenségig.

Próbálhatnám elmagyarázni, hogy ezek az anyagok hogy néznek ki, de nem sok értelme van. Normális földi körülmények között a hidrogén és a hélium egyszerűen átlátszó, színtelen, szagtalan gázok, ugyanúgy néznek ki, mint a levegő. Ott a csillagok belsejében pedig valami elképesztően forró, borzasztóan sűrű valami. Nem tudjuk megnézni.

Szóval az ősrobbanás után néhány milliárd évvel egyszer csak csillagok születtek, amik elkezdték átalakítani a hidrogént héliummá. Most már kétféle anyag létezett a világegyetemben.

De még mindig nem volt semmi más.

Ami most jön, arról nem látszik azonnal, hogy az előző mondat folytatása, pedig de. Csak kérek egy kis türelmet.

A szupernóvák

Kis híján ezer évvel ezelőtt, 1054 nyarán a kínai csillagászok följegyeztek valami furcsát az égen. Ők akkoriban már rendszeresen megfigyelték az égboltot. Európában a keresztény csillagászok is megfigyelték az égboltot, de ha valami furcsát, oda nem illőt vettek észre, akkor inkább igyekeztek nem venni róla tudomást, nehogy bajuk származzon belőle – a

keresztény tanítás akkoriban azt hirdette, hogy az égbolt örök és változatlan, és amit Arisztotelész nem látott, az nincsen. Arisztotelész egy ógörög filozófus volt, igazán nagy tudós, de csak egy ember, aki nem volt tévedhetetlen és nem tudhatott többet, mint amit az ókorban, kétezer-háromszáz évvel ezelőtt tudni lehetett. És nem volt távcsöve. Bizony vannak dolgok, amiket ma egy általános iskolás gyerek jobban tud, mint Arisztotelész, aki hatvanegy-hatvankét évet élt és nagyon nagy tudós volt. De az akkori viszonyok szerint.

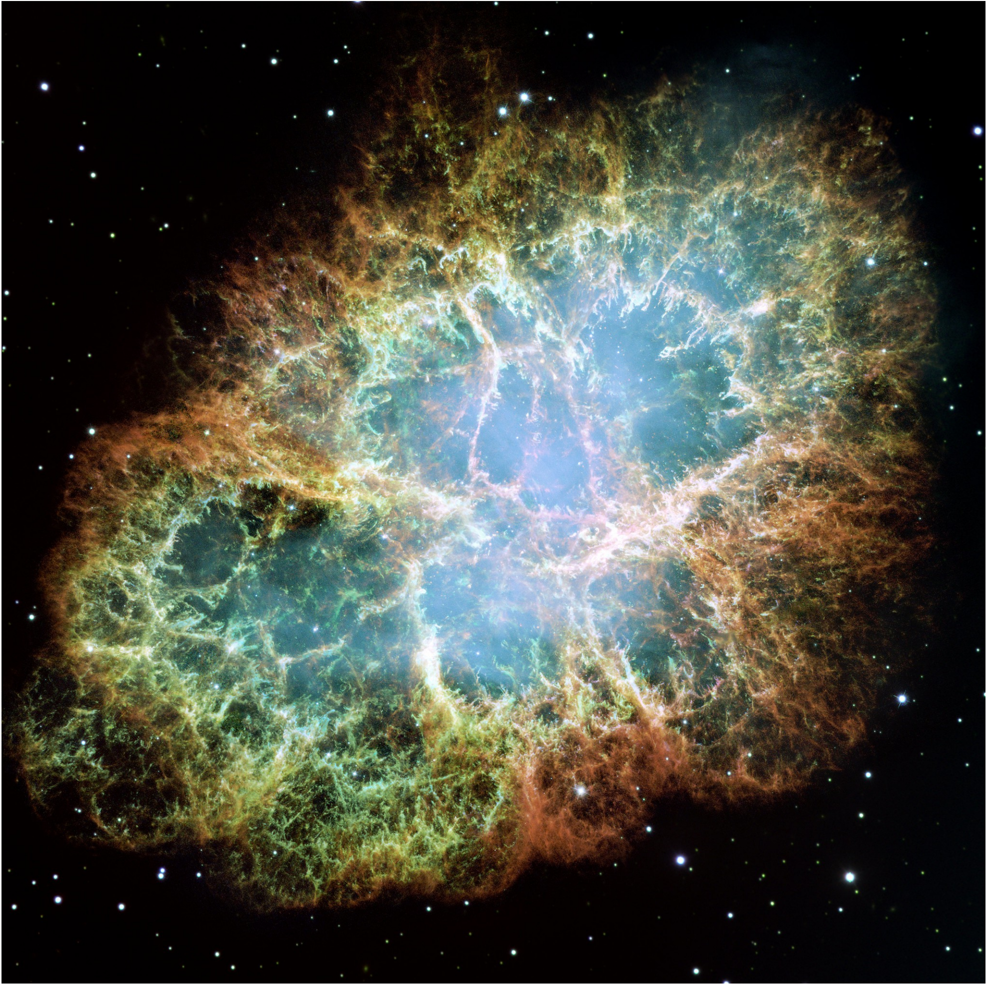


Ilyen lehet egy szupernóva a Föld égboltján

A kínai csillagászok 1054-ben még nem is hallhattak Arisztotelészről, még a kereszténységről sem, őket nem kötötte semmilyen tilalom. Jang Vejtö kínai csillagász feljegyezte, hogy „vendégcsillagot" figyelt meg, gyenge sárga ragyogással, és azt írta róla, hogy huszonhárom napig látható volt nappal is, a Csiho korszak első évének ötödik hónapjától már hajnalban megjelent a Háló palota Égi Kapu csillagának közelében. Merthogy persze nekik is megvoltak a saját csillagképeik. Nálunk az égboltnak azt a részét Bika csillagképnek hívják.

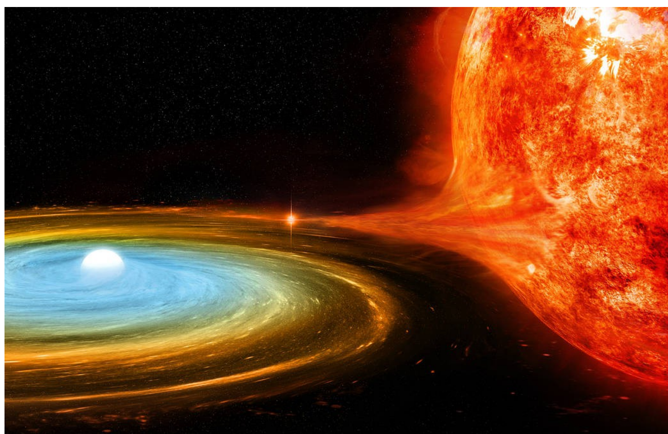
Majdnem két évig látszott az égen a csillag, aztán elhalványult és kialudt. De azért ma is látható, csak távcső kell hozzá. Jó távcsövön nézve azonban egyáltalán nem látszik többé csillagnak. 1842-ben William Parsons [viljem parszonsz] ír csillagász megnézte és lerajzolta. Egy rákra emlékeztető alakzatot rajzolt, és ennek alapján a *Rák-köd* nevet adta neki.

Nem volt persze egyszerű rájönni, mik ezek a hirtelen felvillanó és hónapokig látható csillagok. Többet is láttak az évszázadok során. Kétféle volt belőlük: olyan, ami egyszer csak felvillan és sokáig erős fénnyel világít, és olyan, ami még annál is sokkal erősebb fénnyel világít. Aztán mindegyik kialszik. 1572-ben Tycho Brahe dán csillagász is látott egyet, majdnem másfél évig figyelte, és írt róla egy könyvet azzal a címmel, hogy *Az új csillagról.* Latinul írta, hiszen abban az időben a latin volt a tudomány nyelve, ezért a cím így szólt: *De nova stella.* Az ilyenforma hirtelen felragyogó csillagokat ennek nyomán nevezik nóváknak, vagyis újaknak. A legfényesebbek, a szuperfényesek pedig azt a nevet kapták, hogy *szupernóva,* de már csak 1934-ben.



A Rák-köd csillagászati fotón; szabad szemmel nem látható, 17-szer kisebbnek látszik a Holdnál, pedig irdatlan hatalmas, a fény 10-12 évig repül egyik szélétől a másikig

Egy zseniális indiai csillagász, Szubrahmanyan Csandraszekhár azt számolgatta, hogy mekkora lehet egy fehér törpecsillag tömege. Ilyen csillagok nagyon sokan vannak a Galaxisban. Kiderült, hogy van egy felső határ: a mi Napunk tömegének egy egész negyvennégy századszorosa. Ennél nagyobb nem lehet. Mert a csillagokat kétféle erő tartja egyensúlyban: az elképzelhetetlen mennyiségű hidrogén és hélium a súly miatt befelé igyekszik, a középpont felé, a hatalmas hőség pedig kifelé löki az anyagot. Amíg ez a két erő egyenlő, a csillag jól van, köszöni szépen. De mi van, ha már nem egyenlő? Mondjuk van egy fehér törpe, aminek a tömege majdnem 1,44-szorosa a mi Napunkénak, és egyszer csak nagy mennyiségű anyaghoz jut. Hidrogénhez persze. Hogy honnan? Egy szomszéd



A NASA festménye egy kettőscsillagról, amik egymás közvetlen közelében keringenek. A fehér törpe vonzóereje hidrogént szed el a vörös óriás felszínéről; ez a hidrogén pályára áll a törpe körül ún. akkréciós korongban, s ha időnként besűrűsödik, akkor belobban és mi nóvát látunk. De ha túl sok van belőle, akkor a csillag tömege ezzel együtt már átlépi a Csandraszekhár-határt, és – bumm!

csillagtól, aminek közvetlenül mellette kell lennie. Ahogy a tömeg átlépi ezt a bizonyos Csandraszekhár-határt, a külső rétegek súlya már több lesz, mint amennyit a hőség kifelé nyomó ereje elbír, és a csillag összeroppan. Egyszer csak az egész külső része belezuhan a közepébe.

Az addig is szörnyű forróság még sokkal forróbb lesz, és a hélium is elkezd fuzionálni, egyre többféle atom jön létre: szén, oxigén, kén, vas, mindenféle. De ez az egész csak pillanatokig tart, egyre több energia szabadul fel, egyre nagyobb a forróság, és a csillag már nem bírja tovább: felrobban az egész.

A robbanás akkora fényt áraszt, mint egy egész galaxis. Többféle szupernóva-robbanás létezik, mert van, hogy csak a csillag külső rétegei repülnek szét, és van, hogy a magja is, és ettől függ, hogy milyen atomokat dob ki magából.

És most értünk el az előző fejezet végének folytatásához. Az ősrobbanás idején csak hidrogén keletkezett, és a csillagok belsejében jön létre belőle a hélium meg a periódusos rendszer többi eleme. A Föld és az összes többi bolygó, mindennel együtt, ami rajta van, kilencvenkétféle elem kombinációiból áll: szén, oxigén, kén, vas, mindenféle. Ezek egy része létrejön a csillagok belsejében szupernóva-robbanás nélkül is – de aztán ott is marad, hisz hogyan jönne ki?

Egyedül a szupernóva-robbanás az, ami nagy mennyiségben hoz létre és röpít szét az űrbe a héliumnál nehezebb atomokat is. Ez azt jelenti, hogy a Föld, a rajta levő tárgyak és élőlények minden egyes olyan atomja, ami nem hidrogén vagy hélium, egykor egy szupernóva-robbanásban jött létre.

De ezzel még nincs vége a történetnek. Gondolj bármelyik robbanásra, amit láttál egy akciófilmben. Mi történik? A törmelékek szétrepülnek. Ez a szupernóva-robbanásnál sincs másként, csak sokkal több a törmelék és sokkal nagyobb sebességgel repül szét. Ho-

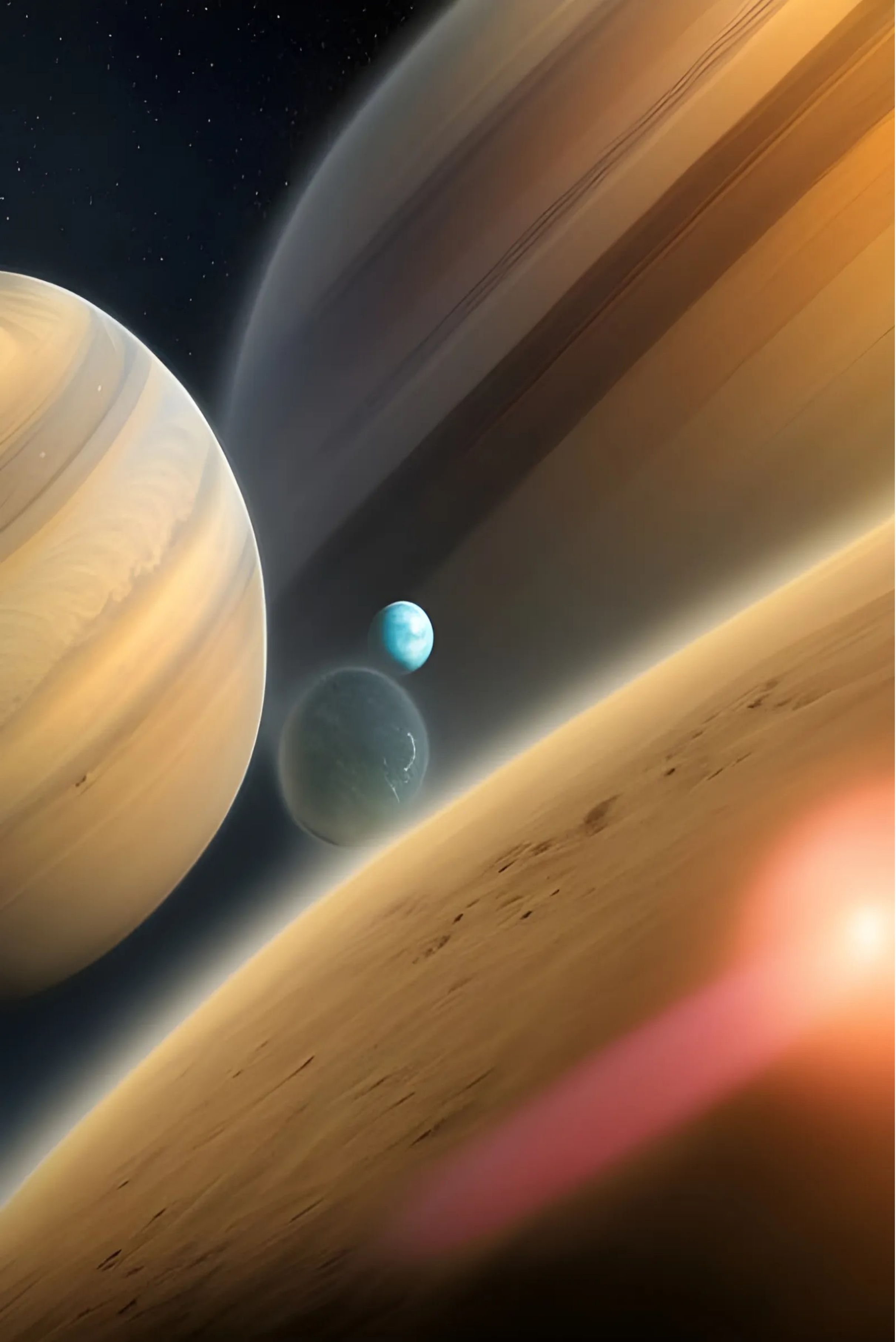
gyan jöhetett akkor létre a Föld, ha csak szupernóva-robbanásban születhetett az anyaga, de annak az anyagnak rögtön szét is kellett repülnie a világűrben?

Csakis úgy, hogy volt egy nagy erő, ami „belefújt" ebbe a szétrepülő felhőbe, és egy részét összetömörítette globulába, olyanba, amilyenről már korábban beszéltünk.

De ekkora ereje nincsen semmi másnak, csak – úgy van. Egy másik szupernóva-robbanásnak.



A NASA fotója egy 55 millió fényévnyi távolságra levő galaxisról, amelyben felrobbant egy szupernóva – igen, az az, balra lent, akkora fényerővel, mint az egész galaxis. Nem 1994-ben robbant fel, bár a kép akkor készült. 55 millió évvel ezelőtt robbant fel, és 1994-ben ért ide a fénye...



MÁSODIK TÖRTÉNET: A NAPRENDSZER

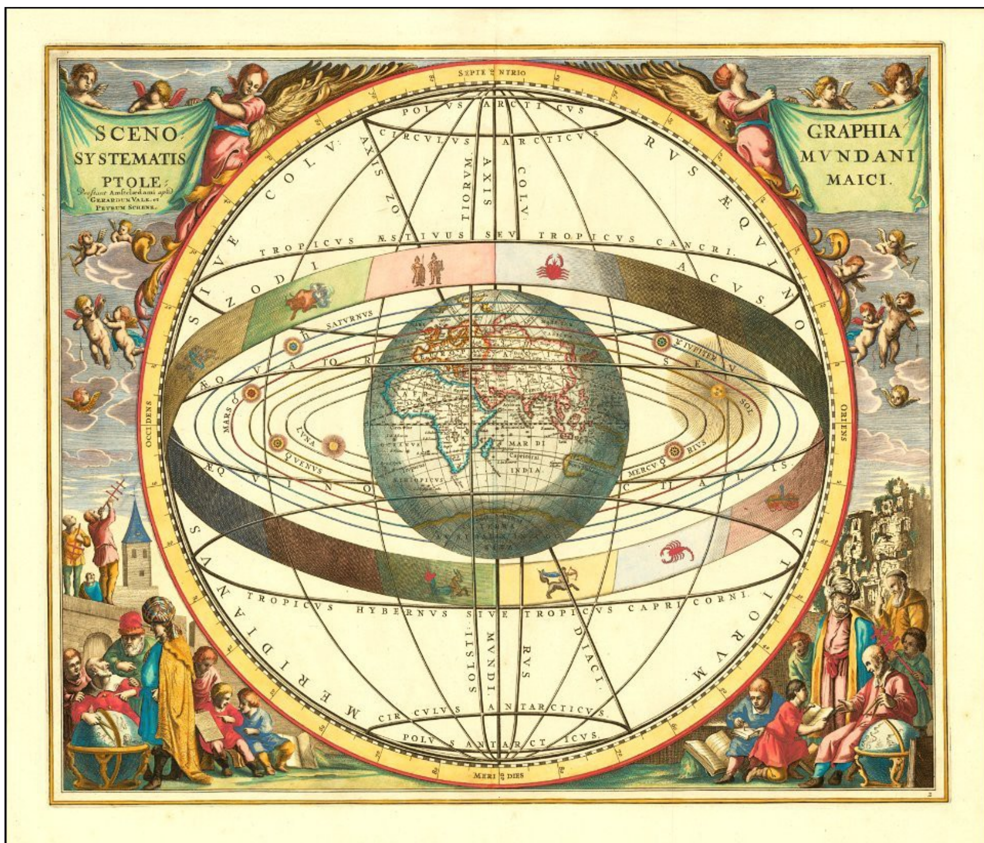
A második generációs csillag

Körülbelül ötmilliárd évvel ezelőtt már lendületesen húzódott össze, tömörödött és melegedett az a globula, amiből a mi Napunk kialakult, valahol a Galaxis Orion spirálkarának közepe táján. A folyamat ugyanaz volt, mint a több milliárd évvel azelőtt létrejött első generációs csillagoknál, egy különbséggel: ez második generációs csillag. Az anyagának jókora része korábbi, szupernóvaként felrobbant csillagok anyagából származik, tehát mind a kilencvenkétféle elemet tartalmazza. Hogy magában a csillagban ez milyen változásokat okoz, az most szerintem nem annyira fontos nekünk (ez szebben hangzik, mint az, hogy nem tudom), de a globula tömörödésénél már szerepet játszott.

Ahogy a globula összehúzódott, a különféle elemek más-más módon csoportosultak. *Anyagok* jöttek létre. Hiszen hiába köpött ki a szupernóva trillió és trillió ólomatomot, abból nem lett egy grammnyi valóságos ólom sem, amíg ezek az atomok össze nem kapcsolódtak. Most – összekapcsolódtak. Fémek, szilikátok (vagyis kőzetek), gázok, mindenféle anyag keletkezett. Nem olyan sokféle, mint amennyi ma létezik a Földön, hiszen azóta számtalan különféle anyaggal gazdagította az élővilág, de azok az anyagok már együtt voltak, amikből egy bolygót föl lehet építeni. Sőt többet.

Amikor a globulában belobbant a csillag, a körülötte keringő anyagtömeg egy részét nyilván kifújta az űrbe, s a maradékból lettek a bolygók. Kicsik, nagyobbak, még nagyobbak.

(Ez egy leegyszerűsített történet. A csillagászok úgy gondolják, hogy a Nap legalább *harmadik* generációs csillag, de ennek számunkra nincs jelentősége. Ha harmadik, akkor egy második generációs csillag felrobbanása után született. Ha negyedik, akkor egy harmadik generációs után... de így, ahogy elmeséltem.)



A világegyetem ábrázolása 1660-ból. Középen a Föld, mert Arisztotelész és az 1. században élt Ptolemaiosz azt hitte, hogy minden a Föld körül kering, és ezt a tévedést másfélezer évig kötelező volt elhinni

A Naprendszer régen

Az ősi legendák feltűnően hiányoztak az eddigiekből. Nem véletlenül. A Galaxisról van ősi legenda – Héraklész és a tej –, de az ősrobbanásról, a szupernóvákról nincs és nem is lehet, ezeknek semmi hírük-hamvuk nem volt a régi időkben, amiből az emberek legendákat költhettek volna. A csillagok keletkezéséről sem ismerek egyet sem.

A létezésükről viszont van. Arisztotelész úgy gondolta, hogy minden, amit a Földön ismerünk, négy őselemből épül fel, ezek a föld, a víz, a tűz és a levegő. (Tévedett; a víz oxigénből és hidrogénből áll, a levegő nitrogénből és oxigénből, a föld, mármint a talaj egy hallatlanul bonyolult, sok mindenből összetett valami, a tűz pedig nem anyag, hanem jelenség, esemény, valamilyen anyag egyesülése az oxigénnel. De ezt a tévedést kétezer évig

elhitték a nyugati világ tudósai.) És van egy ötödik őselem, az *éter,* ami ragyogó, ebből van a Nap, a Hold és a csillagok. Ezért ragyognak, ezért tökéletesek és örökké változatlanok, miközben itt lent a Földön minden növekszik, él és elpusztul. Amikor fölmerült a kérdés, hogy akkor miért látunk a Holdon foltokat, arra Arisztotelész követői azt felelték, hogy az összes csillag közül a Hold van a legközelebb a Földhöz, ezért magába szívta a földi elemek tökéletlenségeit.

Ez tetszetős magyarázat volt, csak nem volt semmi értelme, így utólag visszanézve persze. Ezzel az erővel éter helyett lehetett volna reté is. Azaz persze nem, hiszen Aithér (Éter), a fényes felső égbolt istenének nevét kapta. Csak hát ettől még nem tudták, hogy a Nap, a Hold és a csillagok miből vannak. Volt egy meséjük, ez minden.

Térjünk vissza a Naprendszer őskorába, amikor a csillag belobbant és a bolygók kialakultak. Ennek során talán olyasféle dolog játszódott le, mint amit mi is használunk az iparban különböző sűrűségű folyadékok szétválasztására: egy gépet, amit centrifugális szeparátornak hívnak. Ez egy henger, amibe beletöltik az összekeveredett folyadékokat, például olajos vizet, aztán egy motor megforgatja. A sűrűbb folyadék, a víz összegyűlik a henger külső részén, ahonnan ki lehet szivattyúzni, miközben a kevésbé sűrű olaj a belső részben marad.

Valami hasonló történhetett a Naprendszer kialakulásakor, hiszen minden forgott, és a bolygók összetétele aszerint változik, hogy hol vannak:

– a négy belső bolygó, a Merkúr, a Vénusz, a Föld és a Mars, valamint az aszteroidaövezet kőzetekből és fémekből áll;

– a következő kettő, a Jupiter és a Szaturnusz gázokból;

– az azután következő kettő, az Uránusz és a Neptunusz jegekből.

Amikor én gyerek és fiatal felnőtt voltam, a Naprendszernek még eggyel több bolygója volt: a legkülső bolygó volt a Plutó. Most is megvan persze, igazán nem illanhatott el, csak már nem szerepel a bolygók listájában: 2006-ban, hetvenhét évvel fölfedezése után a Nemzetközi Csillagászszövetség visszaminősítette törpebolygóvá, mert kiderült, hogy azon a vidéken, a Neptunusz pályáján kívül milliárdszámra vannak még apró bolygócskák. Ezek is részei a Naprendszernek.

Persze most fölteszed a kérdést, hogy hogyan alakulhattak ki egyáltalán a bolygók, mindegy, hogy mennyi, milyenek és mekkorák, ha egyszer én korábban azt mondtam, hogy a globula összesűrűsödését a vonzóerő okozta, és minél nagyobb testek vannak az űrben, annál erősebben vonzzák egymást – hát akkor ezeknek a jó nagy bolygóknak már régesrégen egymásnak kellett volna csapódniuk, illetve legfőképpen a Napba kellett volna zuhanniuk, hiszen annak van az egész Naprendszerben a legnagyobb vonzóereje.

Ez jó és jogos kérdés, látszik, hogy figyeltél.

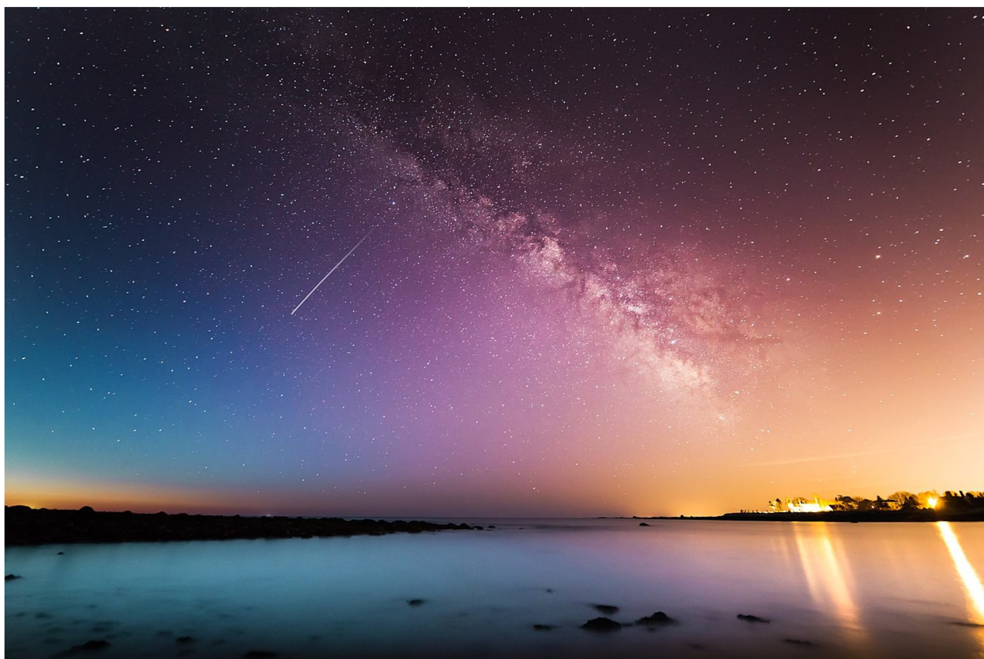
Két válaszom is van rá. Az egyik, hogy igenis bekövetkezett mindkét dolog: voltak égitestek, amik egymásnak csapódtak, és olyanok is, amik belezuhantak a Napba. Ezeket persze már nem tudjuk megnézni, csak a nyomaikat. A becsapódások krátereket hoztak létre, kisebb-nagyobb lyukakat, amilyeneket te is tudsz csinálni a homokban, ha beledobsz egy kavicsot. A Napnak és az óriásbolygóknak nincsen szilárd felszíne, ezért azokon nem hagy látható nyomot bármekkora égitest becsapódása (dobd a kavicsot most vízbe és nézd meg a vízfelszínt egy perc múlva), de a négy külső bolygón és holdjaikon igen. A Holdon már egy olcsó távcsővel is rengeteg krátert láthatsz.

Ez persze nem teljes válasz, hiszen a Naprendszerben igenis vannak még égitestek szép számmal, amik nem csapódtak sem egymásba, sem a Napba. Erről szól a másik válasz, az pedig az *égi mechanika.* Ennek fölfedezője Isaac Newton [ájszek nyúton], több mint háromszáz évvel ezelőtt.

Ha két test van az űrben, azok elkezdik vonzani egymást, igen. De ettől még nem biztos, hogy összeütköznek. Attól függ, hogy milyen sebességgel mozognak egymáshoz képest.

Ha a Föld felszínén állva kilövünk egy puskagolyót vagy egy rakétát, az hamarosan vissza fog zuhanni. Nem elég a sebessége ahhoz, hogy legyőzze a Föld vonzóerejét. Az űrhajóké azonban igen. Az űrállomások körülbelül kétezer kilométeres magasságban két óra alatt megkerülik a Földet. Egyes műholdak sokkal nagyobb magasságban keringenek: pontosan 35 786 kilométerre az Egyenlítő fölött, mert ott a keringési sebesség pontosan akkora, hogy egy kört megtenni huszonnégy órába telik, ahogy a Föld is huszonnégy óra alatt fordul körbe. Ezért ezek a műholdak a Földnek mindig ugyanazon pontja fölött vannak. Úgy hívjuk őket, *geostacionárius,* vagyis „Föld-állomásozó” műholdak.

Így keletkezett a Naprendszer. Azok az égitestek, amik kialakulásukkor olyan pályán voltak, ami nem vezette őket a Napba, vagyis elég nagy a távolságuk és a sebességük – azok mindmáig megvannak. Azaz nem mind, mert sok közülük belecsapódott egy nála nagyobb égitestbe. A bolygók éppen így alakultak ki, egymásba csapódó kisebb testek sokaságából. A Marson, a Merkúron, a Holdon és persze a Földön is megtaláljuk ezeknek a becsapódásoknak a nyomát (a Vénuszon is ott vannak, de az átláthatatlan felhőtakaró miatt nem látjuk a felszínt; a gázóriásokon pedig nem marad nyoma a becsapódásoknak, bár persze ők sokkal többet kapnak, hiszen nagyobb a vonzásuk). A Mars, a Merkúr és a Hold felszíne tele van kráterekkel, a becsapódó sziklák okozta kerek sebhelyekkel. Ott ezek évmilliárdokig megmaradnak. A Földön sokkal kevesebb van, több okból.

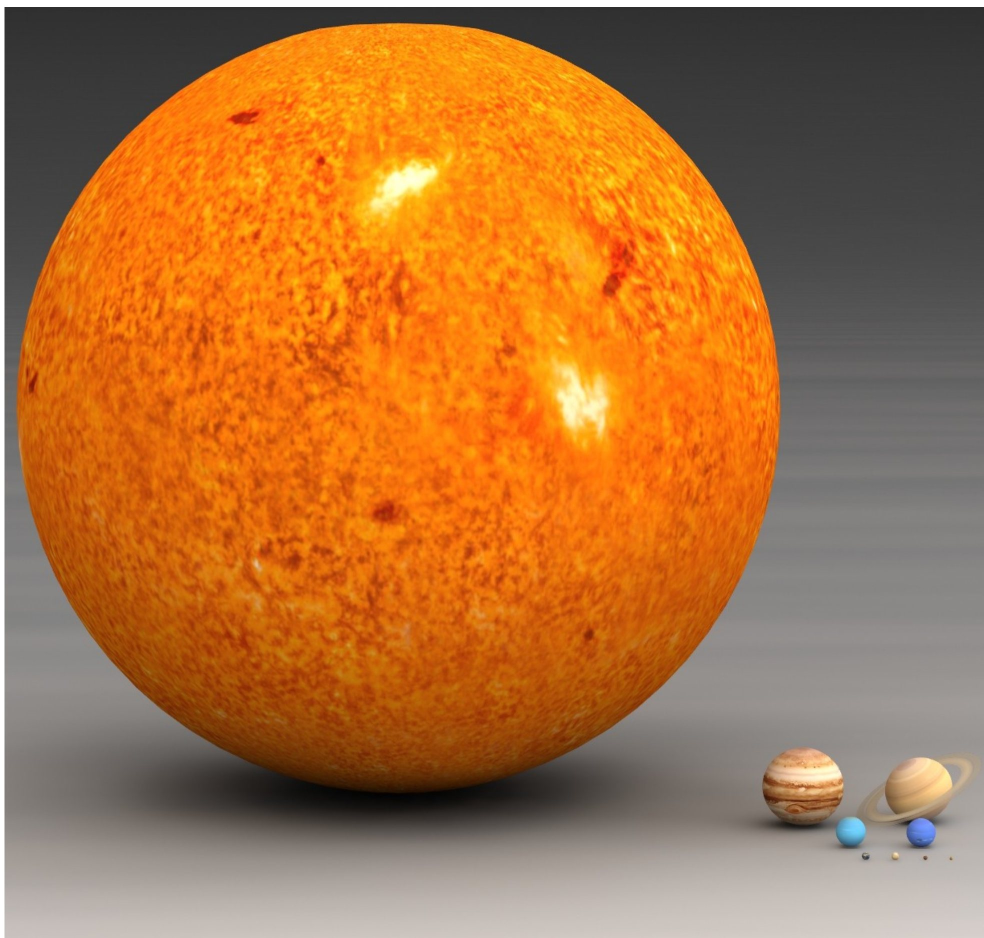

Hullócsillag és a Tejút a New York közelében levő Rye fölött; Kristopher Roller fotója 2016-ból

Először is mert a zuhanó kövek nagy részét eleve elégeti a vastag légkör, zuhanás közben felforrósodnak a súrlódástól, és csak egy fénylő csíkot látunk az égen – ezt hívjuk hullócsillagnak, pedig nem csillag, csak egy kődarab.

Másodszor mert a Föld felszínének héttizede tenger, tehát statisztikailag valószínűbb, hogy a becsapódás vizet ér, és legfeljebb a tengerfenéken marad nyoma.

Harmadszor pedig a Földön a becsapódások nyomait eltünteti a bőségesen tenyésző, mindenütt tevékenykedő élet, valamint az erózió. A szél és a víz mindent folyamatosan ütlegel és csapdos, amihez csak hozzáfér, a víz télen megfagy és a kőzetek repedéseibe szivárgott víz jégként kitágulva szétrepeszti a köveket: ez az erózió. Évről évre egyre kevesebb marad a kráterekből. Közben a növények benövik, apránként elegyengetik a talajt, a kráterfal lassan szétmállik.

Negyedszer: a Föld kérge állandó mozgásban van, a felszínét alkotó lemezek folyamatosan mozognak, a széleken némelyik bepréselődik a szomszédja alá, le a Föld mélyébe, mások pedig feltornyosulnak a magasba és hegyláncokat képeznek. Ez nagyon lassú folyamat, évszázadonként pár centis sebességgel történik, de történik, és az évmilliárdokkal ezelőtti földfelszínből már semmit sem láthatunk.



Egy francia művész megoldotta, hogy lepakolja az égitesteket a padlóra, nagyság szerint. A legnagyobb persze a Nap. Hátsó sor: Jupiter és Szaturnusz. Előttük: Uránusz, Neptunusz. Legelöl a pöttömkék: Föld, Vénusz, Mars, Merkur. A távolságokat nem próbálta érzékeltetni

A Naprendszer ma

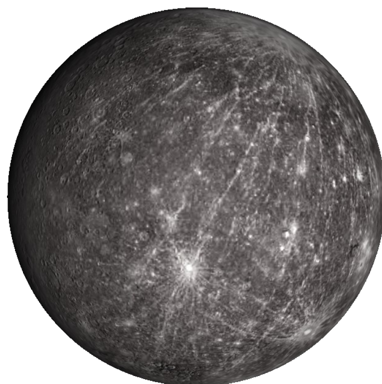
A Naprendszer kialakulásának csatazaja már elült, az égitestek békében keringenek pályájukon, igaz? Nem egészen. Sikerült már felvételt készíteni arról, ahogy egy kisbolygó becsapódik a Jupiter gáztengerébe, és mi itt a Földön is kapunk belőlük jócskán. A modern idők talán legnagyobb ilyen becsapódása 1908-ban volt Szibériában, a Tunguszka folyó vidékén, ahol alig éltek emberek (szerencsére). Egy hatalmas szikla zuhant le, akkora lehetett, mint jó néhány repülőgép, de krátert nem hagyott, a levegőben elégett. Így is elpusztított nyolcvanmillió fát, és lehet, hogy három ember halálát is okozta.

Egyébként amúgy igen, a Naprendszerben ma már béke van. Mindenki szépen kering a helyén. Nézzük sorban.

A Naprendszer középpontja a Nap, egy sárga törpecsillag. Azért hívják törpének, mert sokkal nagyobb csillagok is vannak, de itt a mi Naprendszerünkben semmi sincs, ami versenyre kelhetne vele. A belsejében könnyedén elférne az összes bolygó, kisbolygó, hold, minden, ami még van a Naprendszerben. A Naprendszer teljes tömegének 99,86%-át a Nap teszi ki, több mint háromszázezerszer telne ki az anyagából a Föld. Ha bármelyik bolygó belezuhanna a Napba, úgy tűnne el benne, mintha nem is lett volna. Mintha egy porszem esne a Balatonba.

Mi földiek nagyon sokféle energiát használunk, de közvetve vagy közvetlenül mindegyik a Napból származik. Mindenféle üzemanyagokat égetünk el, benzint, olajat, szenet – ezek évmilliókkal ezelőtt elpusztult és a föld alá temetett élőlényekből keletkeztek, amelyeket a Nap melege tartott életben. Szélturbinákat is használunk – ezek azt használják föl, hogy a Nap az egyik területen fölmelegíti a levegőt, a másik területen az lehűl, így keletkezik a szél. A vízerőművek a folyók vizének erejét hasznosítják, de ezek elapadnának, ha nem lenne a víz körforgása, amit a Nap energiája gerjeszt. A napelemeket nem is kell magyaráznom. Az atomerőművek és a földhőerőművek az egyedüliek, amik olyan forrásból nyerik az energiát, ami itt volt nekünk a Föld mélyében... csakhogy ugye maga a Föld is abból az anyagból lett, amiből a Nap és az egész Naprendszer. Az első emberek, akik olyan energiát használnak, aminek a végső forrása nem a Nap, azok lesznek, akik egyszer majd a távoli jövőben egy másik naprendszerben telepednek le és annak a csillagától nyernek energiát. De csillagtól fognak.

Letelepedni viszont csak egy bolygón lehet. Hát lássuk a bolygókat.



A Naphoz legközelebb kering a kicsiny, sziklás Merkúr. Külsőre eléggé hasonlít a Holdra: egy szürke sziklasivatag, kráterekkel. Sokáig azt hitték róla, hogy mindig ugyanazt az oldalát fordítja a Nap felé, és akkor azon az oldalon örökké ragyogó világosság és borzalmas forróság van (a talajon, persze, hiszen légköre nincsen), a másik oldalon pedig dermesztő fagy. Születtek is a Merkúron játszódó fantasztikus történetek, amik felhasználták ezt az adottságát. De később a csillagászok kiderítették, hogy ez tévedés, a

Merkúron éppen úgy van nappal és éjszaka, mint a többi bolygón. Mivel közelebb kering a Naphoz, mint a Föld, esthajnalcsillag (mindjárt megbeszéljük, hogy az mi).

A nevét, akárcsak a többi bolygó (a Föld kivételével), a rómaiaktól kapta, akiknél Mercurius volt a kereskedők, utazók, hírvivők, szerencsejátékosok istene.



A második a Vénusz, „a Föld ikertestvére”, ahogy becézni szokták, mert csak egy hajszállal kisebb a mi bolygónknál. De ezzel vége is a hasonlóságnak. Az űrből egy tükörsima pingponglabdának néz ki, mert áthatolhatatlan, sűrű felhőréteg borítja, ezért a felszínét rendes fénnyel nem tudjuk megnézni, csak rádióhullámokkal lehetett földeríteni. Nem egy szívderítő hely. Vaksötétség van, hiszen a napfény nem jut le a felszínre. Iszonyú forróság uralkodik, mert a bolygó belső hője viszont nem tud szabadon eltávozni. S persze a légkör is olyan gázokból áll, amik rögtön megölnének bármely földi élőlényt.

A rómaiak azonban erről nem tudtak semmit, nagyon szerették a szép fehér Vénuszt, ezért a szerelem istennőjéről, Venusról nevezték el.

Régi magyar neve Esthajnalcsillag, és itt el kell mondanom, hogy miért. A régiek észrevették, hogy a Vénusz mindig hajnalban kel föl és este nyugszik le. Ők csillagnak hitték a bolygókat, hiszen ezek is, azok is fényes pontok az égen. Innen a név, hogy Esthajnalcsillag.

Nem jöttek viszont rá arra, hogy miért kel a Vénusz mindig hajnalban és nyugszik mindig este, és teszi a Merkúr ugyanezt. Azért, mert a Vénusz mindig a Nap közvetlen közelében marad, a Merkúr pedig még közelebb. Hiszen mi, a Föld távolabb vagyunk. Ezt könnyen kipróbálhatod. Kérj meg valakit, hogy kezdjen el körbesétálni egy fa körül, mindig a közelében. Te is kezdj el sétálni körülötte, de távolabb. Akármerre vagy, akármerre nézel, a társadat mindig a fa közelében fogod látni. De időnként a fától balra, máskor jobbra. Így van a két bolygóval is. Van, hogy napkelte után kelnek föl, máskor a Nap előtt nyugszanak le. Csak olyankor nem látjuk őket, elvesznek a Nap vakító fényében.

Következik a Föld, otthonunk. Róla majd külön beszélgessünk.

A Föld az első bolygó ebben a sorban, amelyiknek holdja is van: a Hold, az éjszakai égbolt uralkodója. Vallások egész sora tulajdonít neki különleges jelentőséget. Az ókorban istennő volt, a görögöknél Szeléné, a rómaiaknál Luna. A naptárban kétféle időszak is őr-

zi jelentőségét, a hónap és a hét. Később erről is beszélhetünk.



A Hold a Föld körül kering, ezért nagyon közel van hozzánk. Persze csillagászati mértékkel közel: négyszázezer kilométerre (átlagosan, mert nem mindig ugyanakkora távolságra). Ez akkora út, mint tízszer körbeutazni a Földet az Egyenlítő mentén, de sokkal nehezebb volt megvalósítani. De sikerült: a Hold ez idáig az egyetlen égitest, amelynek ember lépett a felszínére. Az első 1969. július 21-én az *Apollo–11* parancsnoka, Neil Armstrong [níl armsztrong] volt, egy harminckilenc éves amerikai pilóta, akinek holdra szállását az egész világ élőben nézte a tévében. Amikor kilépett a holdkompból és lement a lépcsőn, minden mozdulatáról beszámolt, hiszen ez hihetetlenül rendkívüli, történelmi pillanat volt. Amikor bejelentette, hogy a következő lépéssel a Hold felszínére teszi a lábát, azt mondta:

„Kis lépés az embernek, de nagy ugrás az emberiség számára."

2012-ben, amikor Amstrong meghalt, az özvegye arra kérte az embereket, ha látják az égen a Holdat, mondják neki: „Helló, Neil." Én ezt évekkel később olvastam csak, és azóta megtartottam szokásnak.

A Hold persze kietlen, élettelen sziklasivatag, mi más is lehetne – de nem volt mindig az. Legalábbis az emberek képzeletében nem. Amióta világossá vált, hogy a Hold nem egy lámpa, „éterből", hanem tömege van, szilárd felszíne van, méghozzá nem is kevés: kis híján harmincnyolcmillió négyzetkilométer, nagyobb, mint Ázsia – azóta tűnődtek az emberek, hogy milyen világ lehet. A régi emberek számára egyértelmű volt, hogy ha valami létezik, azt Isten teremtette, *tehát* valami célja volt vele. A Holdat kétségkívül azért, hogy éjszaka is világítson a vándorok számára. De miért vannak rajta foltok? Ezeket Arisztotelész ugye már megmagyarázta, csakhogy a Hold egy szilárd test. A régi csillagászok egykettőre rájöttek, hogy akkor a foltok csakis tengerek lehetnek, hiszen a holdlakóknak is szükségük van vízre. El is nevezték őket mindenféle tengernek: Nyugalom tengere, Esők tengere, Párák tengere, Termékenység tengere, Hidegség tengere, Viharok óceánja. Ezeket a neveket máig használják, hiszen évszázadok óta léteznek. A Föld legnagyobb óceánját ma is Csendes-óceánnak hívják, mert ötszáz évvel ezelőtt Magellán békés vizeket látott, amikor először ott járt, hát így nevezte el – pedig ott vannak a legdühödtebb viharok. De a név megmaradt. Hát a Hold tengereinek is megtartottuk a nevét, ámbár egyáltalán nem tengerek. Ősidőkkel ezelőtt megkövesedett lávafolyamok. A Holdon egyetlen csepp víz sincs, és holdlakók sincsenek. A Hold teljes „lakosságát" az a tizenkét

amerikai férfi jelentette, akik 1969 és 1972 között, hat expedíció során ott jártak, és akik közül Armstrong volt az első: az *Apollo–11* és az azt követő űrhajók legénysége, utolsóként az *Apollo–17.* (Az *Apollo–13* nem szállhatott le a Holdon, csak megkerülte, mert egy műszaki hiba megakadályozta őket ebben. Kalandos útjukról és szerencsés hazatérésükről film is készült, és máig szólásmondás, amit Lovell parancsnok mondott, amikor a baleset bekövetkezett: „Houston, van egy problémánk." Houston [hjúszton] az az amerikai város, ahol az űrrepülések irányítóközpontja van.)



A negyedik bolygó a Mars, a római hadisten nevét kapta, mert vörös, mint a vér. Tényleg vörös. Valamivel kisebb a Földnél, egy hatalmas sárgásvörös sivatag, nagy hegyekkel, ritkás légkörrel, amiben persze nincs oxigén. (Oxigén csak akkor lehet egy bolygó légkörében, ha valami folyamatosan termeli, mert az oxigén nagyon szeret vegyületeket képezni mindenféle más elemmel – például a hidrogénnel vizet, a vassal vasoxidot, vagyis rozsdát. Egyetlen dolgot ismerünk, ami képes folyamatosan oxigént termelni: a növényzetet. Az pedig az élővilág része, és csak a Földön található meg.) Hideg is van a Marson, hiszen a Nap onnan nézve már elég kicsi, kevesebb fényt ad, és a csekélyke légkör nem nagyon tud fölmelegedni.

Viszont a fantasztikus történetek írói imádják. Ez főleg Giovanni Schiaparelli [dzsovanni szkjaparelli] olasz csillagásznak köszönhető, aki 1877-ben rajzolt egy térképet a Marsról. Ezen girbegurba vonalakat tüntetett föl, amiket *csatornáknak* hívott. Igen ám, de az ő olasz szövegét rosszul fordították angolra: az olasz szó természetes vízmosást jelent, az angol viszont mesterségeset. Márpedig ha azok mesterségesek, akkor csak marslakók készíthették őket, és máris egyre-másra születtek a marsi életről szóló történetek. Többnyire ellenséges marslakókról. Ezek népszerűségén az sem változtatott, hogy később jobb képeink is lettek a Marsról, és kiderült, hogy semmiféle csatornák nincsenek, se természetesek, se mesterségesek, Schiaparelli egyszerűen áldozatául esett annak a jelenségnek, hogy ha értelmetlenül szétszórt pöttyöket, foltokat látunk olyan távolságból, ahonnan már alig kivehetők, akkor az agyunk automatikusan formákká, vonalakká rakja össze őket. A Marson van néhány olyan völgy, amik folyókra emlékeztetnek, de víz nin-

csen bennük. A kutatók nagyon szeretnék tudni, hogy volt-e valaha nagyobb mennyiségű víz a Marson, és ha igen, hova lett.

A Mars az egyetlen bolygó (egyelőre), ahol megjelentek a kutatórobotjaink, bár ember még nem jutott el oda. Szörnyű hosszú az út a mai űrhajóink számára. Hét hónap oda, hét vissza. Ennyi időre kellene élelmet, vizet és levegőt vinni magukkal.

Még megemlítem a Mars két holdját, a Phobost [fobosz] és a Deimost [deimosz], amiket a félelem és a fenyegetés ógörög isteneiről neveztek el (szintén 1877-ben, az ókoriak nem tudták, hogy a Marsnak holdjai vannak), mivelhogy ugye Mars egy hadisten, és akkor a holdjai se kaphatnak szelíd neveket. Voltaképpen csak jó nagy szikla mindkettő.

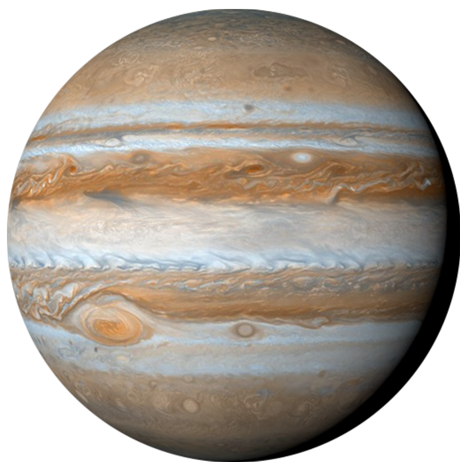
S ezzel kiérünk a Belső-Naprendszerből. A Mars a legtávolabbi Föld-típusú bolygó.



1801. újév napján fölfedeztek egy új bolygót a Marson túl. Ceres [ceresz] lett a neve a mezőgazdaság római istennőjéről, akinek Szicíliában volt az otthona, akárcsak a bolygó felfedezőjének. Be is került volna a Naprendszer bolygóinak sorába ötödiknek, ezzel a sorszámozásban hátrébb tolva a későbbieket, ha nem találnak rövid időn belül többet is azon a környéken. Egyre többet és többet. S közben az is világossá vált, hogy ezek nagyon picikék, nem érdemlik meg, hogy bolygónak nevezzék őket. Azt a nevet kapták, hogy *aszteroida,* ami görögül annyit tesz, hogy csillagszerű. A magyar nevük *kisbolygó.* Ma már tudjuk, hogy rengetegen vannak: egy-két millió lehet azokból, amik legalább egy kilométer átmérőjűek, és több millió, amik még kisebbek. Egy hatalmas, tórusz alakú területen keringenek az űrben. (Mi az a tórusz? Fogj egy henger alakú, hajlékony csövet és hajlítsd körbe, illeszd össze a két végét. Ez az alak a tórusz.) Aszteroidaövnek vagy kisbolygóövezetnek hívják ezt a vidéket. De a sok millió kicsi szikla tömege csupán a Holdénak három százaléka. És hiába vannak olyan sokan, mégis millió kilométeres távolságok tátonganak közöttük.

A legkisebbeket követi a legnagyobb: a Jupiter. A rómaiak, bár erről nem tudhattak semmit, találóan adták neki a főistenük nevét. A Naprendszer legnagyobb bolygója, nála nagyobb csak maga a Nap. Majdnem egy ezredrészét teszi ki a Nap tömegének, és több mint két és félszer annyi a tömege, mint az összes többi bolygónak együttvéve. Százhúsz-

szor akkora területű a felszíne, mint a Földé. Csak hát ez a felszín hidrogénből és héliumból van, nem szilárd.



Egészen más világ fogadna ott minket, mint amit valaha ismertünk. Azaz minket nyilván nem, csak valamiféle űrszondát küldhetünk oda, nemcsak a távolság miatt (a *Voyager–1* másfél év alatt ért oda), de az az űrjármű, ami belép a Jupiter légkörébe, aligha tér vissza. Egyszer bizonyára küldenek majd olyan szondákat, amiknek pontosan ez lesz a rendeltetése, becsapódni a Jupiterbe és ott megsemmisülni, de előtte adatokat küldeni róla. A belső bolygókra is küldtek szondákat.

Egyelőre több az elmélet a Jupiter felépítéséről, mint a bizonyosság. A külseje hidrogén, de nem tisztán, különböző színű gázok alkotják, amik a bolygó forgásával sávokba rendeződtek, ezért csíkos. Beljebb a hidrogén egyre sűrűbb lesz, majd (az egyik elmélet szerint) fémszerűvé keményedik az óriási nyomás alatt. De lehet a Jupiternek (a másik elmélet szerint) sziklás magja is, mint a belső bolygók, csak jóval nagyobb.

A Jupiter legismertebb nevezetessége, amit a jupiterlakók jó pénzért mutogatnának a turistáknak, ha lennének jupiterlakók és lennének turisták: a Nagy Vörös Folt. Már vagy háromszáz éve tudunk róla. És egyszerűen egy ciklon, egy körben forgó, óriási vihar, elférne benne az egész Föld.

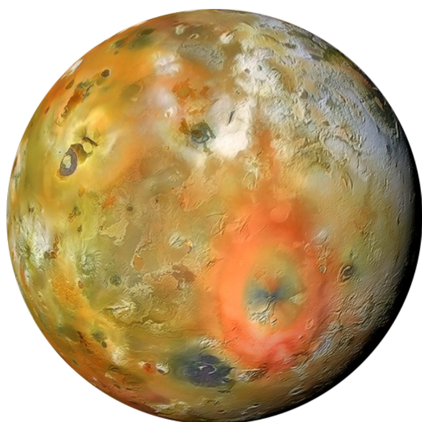
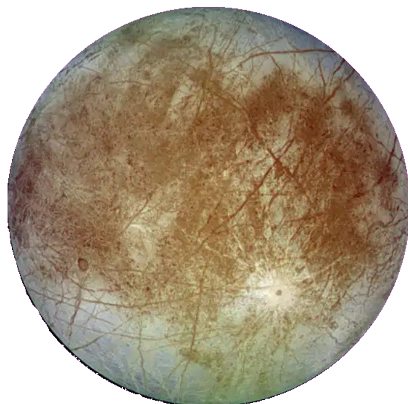
1610-ben Galileo Galilei olasz csillagász négy holdat fedezett föl a Jupiter körül, amivel óriási felháborodást keltett. Mármint nem a holdak sértődtek meg, amiért fölfedezték őket, hanem a vallásos embereket sértette. Arisztotelész nem említette a Jupiter holdjait, tehát azok nem lehetnek ott, és kész. Nem voltak hajlandók belenézni a távcsőbe.

Ezt a négy holdat együtt máig Galilei-holdaknak hívjuk, de persze saját nevük is van.

A Ganümédész vagy latinosan Ganymedes a legnagyobb hold az egész Naprendszerben. Nagyobb, mint a Merkúr. Külsőre hasonlít a mi Holdunkra. Galilei még Jupiter III-nak hívta, mert ez a harmadik a Jupitertől számítva (a négy közül).

A Kallisztó vagy Callisto (régebben Jupiter IV) nem sokkal kisebb, akkora, mint a Merkúr. Szintén olyan, mint a Hold, szokatlanul sok kráterrel.

Az Ió (Jupiter I) nagyon erősen vulkanikus, a Naprendszerben itt van a legtöbb vulkán. Sárgás színét a vulkánok által kilökött anyagok adják.

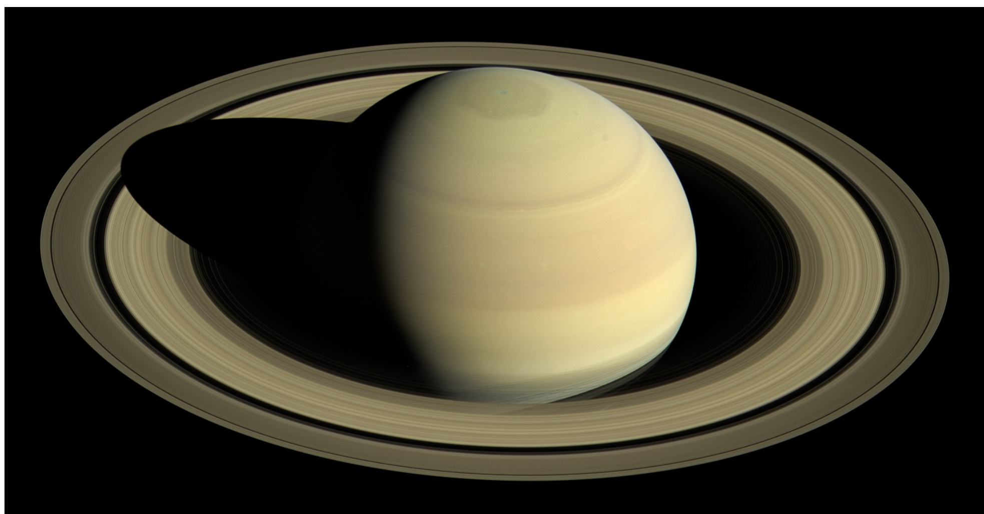



Ketten a testvérek közül: az Ió és az Europa

Végül az Europa (Jupiter II), a Naprendszer alighanem legkülönösebb égiteste. Valamivel kisebb a Holdnál, és úgy néz ki, mint egy összevissza karistolt biliárdgolyó. Az egész felszínét jég borítja. A tudósok feltételezése szerint a jég 10-15 kilométer vastag is meglehet, és alatta egy 90 kilométer mélységű óceán van. Nekünk itt a Földön igazán vannak óceánjaink is meg jégtakaróink is, de ezekkel egyik sem versenyezhet.

Ezt a négy holdat fedezte föl Galilei; ezek a legnagyobbak, ezért sikerült. De a huszadik században már minden egyes csillagászati könyvben más és más volt a Jupiter holdjainak száma, mert állandóan újabbakat fedeztek föl. Amikor e sorokat írom, a legfrissebb infó 2023. február 23-án kelt, és eszerint *kilencvenöt* holdja van a Jupiternek, nem számítva a kis holdacskákat, amik csak a nagyobb holdakról letöredezett szikladarabok, némelyiket épp csak meg tudták pillantani a távcsöveken. Nincs teljes névsor, sokan még nevet se kaptak. Metisz, Amalthea, Adrasztea, Thébe, Themisztó, Leda, Ersza, Himalia, Pandia, Lüszithea, Elara, Dia, Karpó, Valetudo, Euporie, Karme, Taügeté, Eukeladé, Eiréné, Khaldéné, Iszonoé, Kalüké, Erinomé, Aitné, Kalé, Paszitheé, Ananké, Praxidiké, Iokaszté, Harpalüké, Thüoné, Euanthé, Eufemé, Paszifaé, Szinopé, Kallirrhoé, Megaklité, Autonoé, Eurüdomé, Szpondé, Mnémé, Orthoszié, Heliké, Thelxinoé, Hermippe, Filofroszüné, Arkhé, Hegemóné, Küllénė, Aoédé, Koré. Ezek mind Jupiter (mármint az ógörög főisten) gyerekei és szeretői, ötvenegyen. A többieknek egyelőre csak olyan nevük van, mint *S/2003 J 19,* amiben az S azt jelenti, hogy *szatellita,* vagyis kísérő, aztán jön a felfedezés éve, J jelzi a Jupitert, és aztán hogy abban az évben hányadik hold az illető. (A mesterséges holdakat is nevezik szatellitának, egyébként ez is ókori szó, az ókori Rómában a gazdag és befolyásos emberek körül lebzseltek folyton emberek, akik azt remélték, hogy valamicske csöppen nekik is a gazdagságból – ők voltak a szatelliták.)

De mire ezt a könyvet elolvasod, már bizonyára hosszabb lesz a lista.



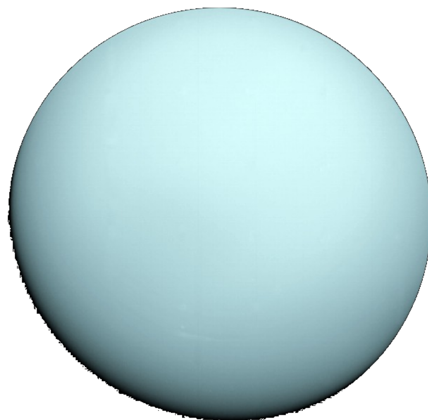
A hatodik bolygó a Naprendszer ékszere, a Szaturnusz. Ez az utolsó, amiről az ókoriak tudtak. Jupiter apjának, a vagyon és a mezőgazdaság istenének nevét viseli. Hatalmas gázóriás ez is, valamivel kisebb a Jupiternél. Olyan könnyű anyagból van, hogy ha lehozhatnánk a Földre és beletehetnénk az óceánba, úszna a vízen. (Nem, mert persze irdatlan hatalmas, mindenestül elnyelné az egész Földet és meg se látszana rajta az az egy százaléknyi hízás, de hasonlatnak jó.)

A belső felépítése hasonló a Jupiteréhez, de a felszíne sokkal egyenletesebben ragyogó sárga gömb. Azaz nem gömb, mert olyan gyorsan forog (tíz és fél óra alatt fordul meg) és olyan ritka az anyaga, hogy láthatóan ki van lapulva, az egyenlítője irányában szélesebb, mint a sarkokon.

De magának a bolygónak a látványa semmiség a gyűrűkhöz képest. Mindegyik gázóriásnak vannak gyűrűi, de egyedül a Szaturnusznak van ekkora gyűrűrendszere. Millió és millió szikla- és jégdarabkából áll, amik az egyenlítő mentén egy vékony korongban keringenek körülötte.

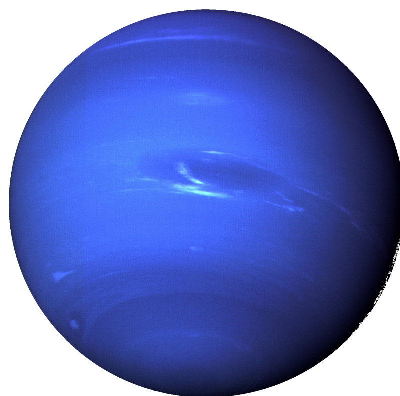
Holdjai is vannak bőségesen: már nyolcvanháromnál tartunk. A régebben fölfedezettek az ógörög mitológiából kaptak nevet, az újabbak többféle más nyelvből. A legnagyobbak és legismertebbek a Mimasz, Enceladusz, Téthisz, Dióné, Rhea, Titán és Japetusz.

A legnagyobb közöttük a Titán, a Ganümédész után a második legnagyobb hold a Naprendszerben. Sima sárga gömbnek látszik, mert sűrű, átláthatatlan légköre van – az egyetlen hold a Naprendszerben, aminek van számottevő légköre. A többinek semennyi vagy épp csak valami ritka gázocskák. A Titán légköre alatti világról keveset tudunk, de nagyon érdekli a tudósokat, mert a feltételek akár éppen alkalmasak is lehetnek valamiféle élet számára. Esetleg.



A hetedik bolygó, az Uránusz az első, amit az ókoriak nem ismerhettek, csak a modern időkben sikerült fölfedezni, mégpedig Sir William Herschelnek 1781-ben. Némi vita után Uránoszról nevezték el, az égbolt ógörög istenéről, aki az apja Kronosznak, az idő istenének – akinek a római megfelelője Saturnus. Vagyis Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz: fiú, apa, nagyapa, dédapa.

Fehér vagy kékeszöld gömbnek látjuk aszerint, hogy milyen sugárzást használtak a képrögzítéshez. Jókora gyűrűrendszere van, és huszonhét holdja. És ami nagyon érdekes tulajdonsága, hogy a forgástengelye majdnem merőleges a pályája síkjára, vagyis „gurul" a pályáján. Az idő egy részében a távoli és kicsiny Napot az északi sarka fölött látja, egy másik időszakban a déli fölött. A két időpont között a Nap lassan átvándorol az égboltján, a sarktól az egyenlítőn át a másik sarkig.



Az utolsó óriásbolygó a Neptunusz, amit tengerkék színe miatt a vizek római istenéről neveztek el. 1846-ban, egy angol és egy francia tudós számításai alapján egy német csillagász fedezte föl. Az Uránusz mozgásában ugyanis szabálytalanságokat fedeztek föl, amiket nem lehetett mással magyarázni, mint egy hasonlóan óriási bolygó vonzóerejével.

Tizennégy holdja van.

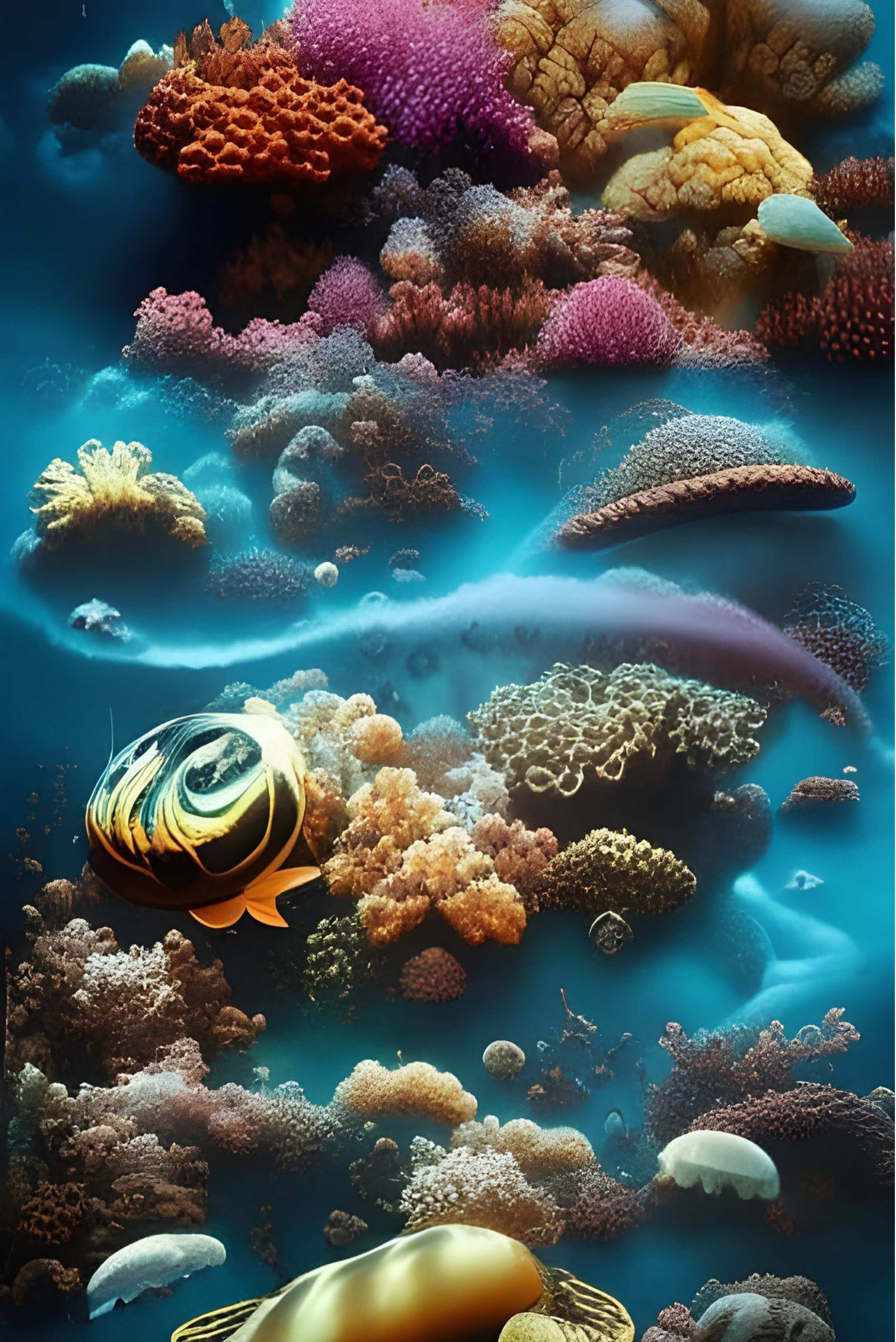
És ezzel vége is a bolygók sorának. Említettem a Plutót, amit 2006-ban lefokoztak bolygóból törpebolygóvá. Igen, mert időközben más kicsiny égitesteket is fölfedeztek a Neptunuszon túl. Már 1978-ban megtalálták a Plutó holdját, a Charont [kharon], aztán több holdat is, jelenleg öten vannak. De ettől persze lehetne bolygó. Ám 2005-ben megtalálták az Erist [erisz], ami nagyobb nála, és ma már tudjuk, hogy rengetegen vannak arrafelé, több ezerről tudunk, és a feltevés az, hogy százezerszámra létezhetnek egy második kisbolygóövben, amit *Kuiper-öv*nek neveztek el Gerard Kuiper [herard köüper] holland csillagászról.

És van egy *Oort-felhő* is, talán. Csak elképzelés van róla. A Naprendszer legtávolabbi vidékétől még távolabb levő legtávolabbi vidék. Vagy valami ilyesmi. Jan Oort holland csillagász szerint egy hatalmas gömböt alkot a Naprendszer körül, azon a vidéken, ami már csillagközi térnek számít, és milliárdszámra keringenek benne a kicsiny, sziklás-jeges égitestek. Némelyik olyan pályán halad, hogy időnként bekerül a Naprendszer belsejébe, van, amelyik hetvenévenként, de olyan is, amelyik csak sok ezer év alatt egyszer. Amikor a Nap közelébe kerülnek, egyszerre átalakulnak. Részben vagy egészben fagyott gázból vannak, amit a Nap fölmelegít, és légkör lesz belőle. De olyan légkör, ami nem marad meg a parányi bolygó körül, mert annak nincs elég vonzása, hogy ezt a gázt megtartsa, ezért az egy hosszú, elnyúló, egyre vékonyodó farkat alkot a piciny bolygó fölött. Mindig a Naptól távolodó irányba mutat, mert a napsugárzás ereje tolja, tehát amikor a bolygóparány közeledik a Naphoz, akkor a farka mögötte van, amikor pedig távolodik tőle, akkor maga előtt tolja.



Ilyen égitesteket ősidők óta megfigyeltek: ezek az *üstökösök.* Úgy néznek ki, mint egy hosszú, többé-kevésbé ívelt vonal az égen, az egyik végén egy nagyobb folttal.

Nagyon fölzaklatták a régi embereket. Számukra az égbolt az istenek lakóhelye volt, a tökéletesség világa, ahol mindig minden változatlan. És akkor egyszer csak föltűnik egy új valami. Ráadásul nem csillagszerű. Azt ki venné észre? Az átlagos látású emberek kb. hatezer csillagot látnak szabad szemmel, ha eggyel több lenne, senkinek se tűnne föl – hacsak nem különlegesen fényes, mint egy szupernóva. De még az is csak csillag. Az üstökösök viszont valami egészen más dolgok voltak. Voltak, akik kivont kardot véltek látni az égen. Mások hosszú hajú női fejet. De abban mind megegyeztek, hogy ez valami rosszat jelent. És csakugyan: amikor üstökös tűnt föl az égen, mindig történt valami rossz, meghalt egy király vagy kitört egy háború. Mellesleg akkor is effélék történtek, amikor semmiféle üstökös nem jött. Évszázadok kellettek hozzá, míg végül Edmond Halley [helli] angol csillagász kijelentette, hogy 1531-ben, 1607-ben és 1682-ben nem három különböző üstököst láttak, hanem ugyanazt, és 1758-ban megint látni fogják – s így is lett, ez ébresztette rá az embereket, hogy az üstökös nem az istenek hírnöke, csak egy vándor a világűrben.



HARMADIK TÖRTÉNET: AZ ÉLET

Az ősi Föld

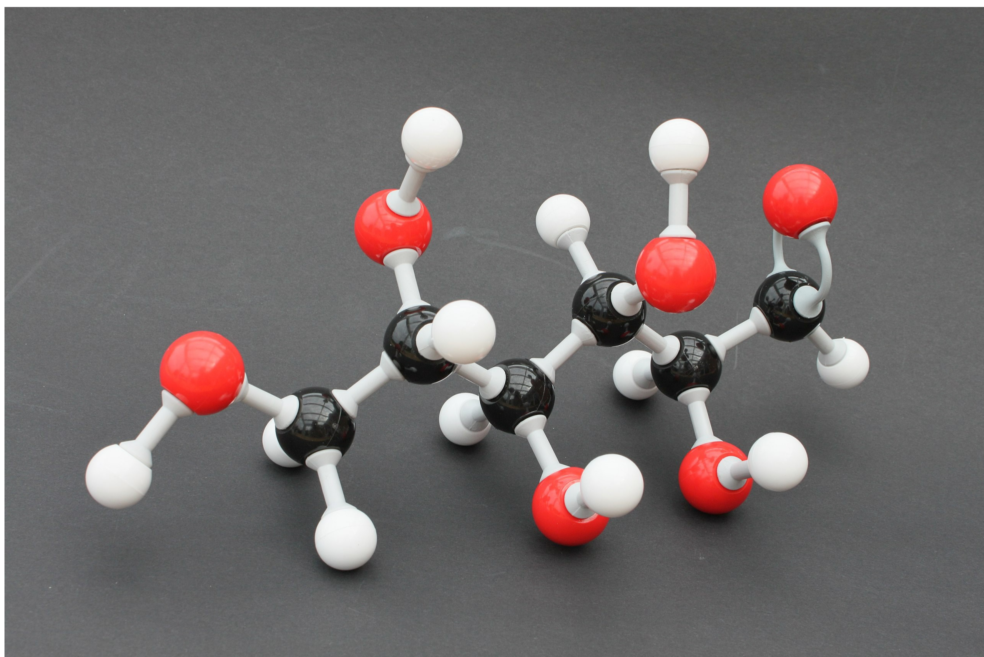
Négy és fél milliárd évvel ezelőtt még semmiből sem lehetett volna sejteni, hogy a Naprendszer egyik bolygóján ki fog alakulni az élet. Meglehetősen nyugtalan bolygó volt, állandó vulkánkitörésekkel, földrengésekkel, és rengeteget esett az eső. Ugyanis nagy mennyiségű víz volt rajta, ami óriási óceánokat alkotott, bár ezeknek az összetétele nem egészen ugyanolyan volt, mint ma. Mivelhogy ma már rengetegféle szerves anyag is van benne, az élőlények jelenléte miatt – akkor viszont ők még nem léteztek, ugye.

Eddig csillagászkodtunk, hát most vegyészkednünk kell. Mi az a szerves anyag?

Meséltem korábban, hogy a szupernóva-robbanások sokféle atomot lőttek ki az űrbe, a természetben előforduló mind a kilencvenkét elemből bőségesen. A szupernóva számára mind egyforma, az csak csapkodja egymáshoz a protonokat és neutronokat – de a mi számunkra az egyiknek különleges jelentősége van. Ez pedig a szén.

A szén bámulatosan sokoldalú elem. Ha önmagában van, más elemek nélkül, akkor lehet belőle kőszén, az a fekete, durva rögökből álló anyag, amivel fűteni lehet. Lehet belőle grafit, az az ezüstszürke anyag, amit a (nem színes) ceruzákba tesznek. Lehet belőle gyémánt, ami aztán végképp nem is emlékeztet az előző kettőre, hiszen áttetsző és csillogó, mégis: a gyémánt egészen egyszerűen szénből van.

Ha más anyagokkal egyesül, akkor a szó szoros értelmében végtelen változatosságra képes. Például az oxigénnel: ha a szénatom kötésbe lép *két* oxigénatommal, akkor egy színtelen, szagtalan gázt kapunk, a szén-dioxidot (a *di-* azt jelenti, hogy kettő), ami például a kólában a buborékokat csinálja. Ha csak *egy* oxigénatommal, akkor szén-monoxidunk lesz (úgy van, a *mono-* jelentése egy), az ugyancsak egy színtelen-szagtalan gáz, de nagyon veszélyes, mérgező. Még rengetegféle vegyületet tud alkotni egyedül az oxigénnel, de a nitrogénnel is, a foszforral, a kénnel... mindenkivel. Persze azok is egymással, csakhogy a szén tud valamit, amit a többi elem nem: láncokat építeni.



Egy cukormolekula modellje olyan műanyag építőjátékból, amilyet a vegyészek használnak. A fekete golyók a szénatomok (mindegyik négy másik atomhoz kapcsolódik), a piros az oxigén (kettőhöz kapcsolódik), a fehér a hidrogén (egyhez kapcsolódik)

Minden atomnak bizonyos számú *vegyértéke* van – hogy mennyi, az attól függ, hogy milyen elemnek az atomja. Ez olyan, mint egy kis csatlakozó, aminek a segítségével másik atomhoz tud kapcsolódni. A hidrogénnek például egy van. Hozzákapcsolódhat bármilyen más atomhoz, és ezzel kész, több lehetősége nincsen. Az oxigénnek kettő van, ez már több lehetőséget kínál. A szénnek négy van. Nem mintha ő lenne az egyetlen ezzel a tulajdonsággal, több ilyen elem is van, de különböző okok folytán (például mert bőségesen áll rendelkezésre) a szén lett az, amelyik a földi élet alapja lett. A négy vegyértéke miatt.

Mert négy vegyérték már alkalmas arra, hogy a szénatomok láncokat és gyűrűket alkossanak. Egy atom egy-egy vegyértékkel belekapaszkodik két szomszédjába, azok is a szomszédaikba, és így tovább, akármeddig – és mindegyiknek marad még két vegyértéke, amikkel további atomokkal kapaszkodhat össze. Ebből az jön ki, hogy nagyon bonyolult és nagyon egyszerű molekulákat egyaránt létre lehet hozni.

Hát ezek a szerves anyagok.

Térjünk vissza az ősidők Földjéhez, ahol volt rengeteg víz és mindenféle szanaszét szórt molekula az óceánban, amit akkori állapotában őslevesnek hívunk. Ja, mondtam, mi a

molekula? Bocs. Amikor néhány atom összefog és eldönti, hogy ezentúl együtt fognak élni, a vegyértékek segítségével. Lehet molekula két atomból, egy tucatnyiból vagy akár több ezerből. Vagy még többől. Ezt az egész szövegelést a szénről azért csinálom, hogy a legnagyobb ismert molekuláról beszélhessek. Csak még nem tudok, mert nem létezik. Van az ősleves a rengeteg szétszórt molekulával, és van a rengeteg tűzhányó. Azok nagyon fontosak, mert a vulkánkitörések megkavarják a légkört. Ezt ma is megfigyelhetjük, nagyobb kitörések után vihar jön. Bár nem biztos, hogy azok miatt csapkodtak folyton a villámok. Mindenesetre az ősi Föld oxigén nélküli légkörében folyton vihar volt és csapkodtak a villámok. Többek között bele a tengerbe. (Nem tudom, hogy a „folyton" milyen gyakorit jelent. Lehet, hogy egy helyre naponta ezer villám csapott be, és lehet, hogy csak évente féltucat. Mindenképpen nagyon sok, ha arra gondolsz, hogy milyen elképzelhetetlenül sokáig tartott az a korszak.)

A villám egy iszonyú erős áramütés. Ahol belecsap a tengerbe, sok tonnányi víz forr fel, s a szétszórt molekulák felhői kapnak óriási hőenergiát. Ez bármit csinálhat velük: széttörheti őket kisebb molekulákká, összeolvaszthat több molekulát eggyé. Akármit. Milliárd és milliárd molekulával történtek mindenféle átalakulások szerte az óceánban, folyton.

És akkor egyszer csak az egyikből *replikátor* lett. Vagy nem csak az egyikből. Lehet, hogy egymillió replikátor jött létre egyszerre. Vagy akármennyi. Sose fogjuk megtudni.

A replikátorok

A kémiának vannak bizonyos törvényei. Egyes atomok magukhoz tudnak vonzani más atomokat (ha van jelen elegendő energia, mint például villámcsapásból). Némelyiket könnyebben, másokat nehezebben. Ha ez megtörténik, az atomok összekapcsolódnak. A csapkodó villámok sokasága egyszer csak – teljesen véletlenszerűen – olyan molekulát is létrehozott, aminek megvolt az a sajátos tulajdonsága, hogy önműködően lemásolódott. Mondjuk négy atomból állt: A, B, C, D, és ezek magukhoz vonzották a D, C, B, A atomokat. És lett egy dupla molekula, amit aztán kettétört, és két külön molekula lett belőle, amiknek megvolt ugyanez a tulajdonsága. Vagyis másolták, *replikálták* magukat. Nem mintha ezt akarták volna tenni. Ezt mondták a kémia törvényei.

A másolások néha nem sikerültek tökéletesen. Mondjuk volt olyan másolat, amelyik A, B, C, E atomokból állt, és nem tudta magát másolni; ezek a példányok nem maradtak fenn. Volt, amelyik mondjuk A, B, F, C atomokból, és ez viszont tudta magát másolni – így. A másolatai olyanok lettek, mint ő, és létrejött egy új „faj". Lehet, hogy ezernyi faj volt, lehet, hogy milliónyi. Nem tudjuk.



Nyüzsgő, tarkabarka világ lehetett az őslevesben, amikor a replikátorok már jócskán elszaporodtak. Azt hiszem, nem leplek meg a hírrel, hogy nincsenek róla fényképek. Ez itt a képen igazából… díszítésre használt csillámpor

De ahogy szaporodtak és sokasodtak, jött egy probléma. Fogyni kezdett a nyersanyag, amiből építkezni tudtak. Ekkor már volt „értelme” olyan molekulák kialakulásának, amik föl tudták használni a többi replikátor anyagát önmaguk másolásához: létrejöttek az első ragadozók, amiknek változatlanul semmiféle akaratuk nem volt, csak ezt mondták a kémia öntudatlan, gépies törvényei. És persze ugyanígy jöttek létre azok a molekulák, amik védekezni tudtak az ellen, hogy felbontsák őket: valamiféle héjat fejlesztettek ki, ami ezt megakadályozta, esetleg egyfajta molekuláris hajtóművet, amivel haladni tudtak az őslevesben.

Minden totál automatikus volt. Ha egy ilyen replikátor képes volt óránként csinálni magáról egy másolatot, akkor nyilván sikeresebb volt, mint az, amelyik csak naponta. Ha képes volt fölbontani a másik replikátort, akkor idő múltával nyilván több volt belőle, mint abból, amelyik nem volt képes rá. És így tovább. Mintha statisztikusok irányították volna az eseményeket. Amelyik replikátor sikeresebben szaporodott, abból több volt.

Fokozatosan eltűntek a kevésbé sikeres replikátorok, és csak a sikeresebbek maradtak meg. Egyre többféle replikátor létezett, és egyre többféle módszerük volt a fennmaradásra. Egyes replikátorok különleges eszközöket fejlesztettek ki, amik egyre bonyolultabbak lettek, egyre bonyolultabb módokon szolgálták a fennmaradás céljait. Például a helyváltoztatást vagy az ellenség, illetve táplálék felismerését szolgálták, netán a védekezést a támadás ellen azzal, hogy gyorsabban tudtak elúszni vagy vissza tudtak vágni a támadójuknak.

Mindezekről igazából nem tudunk semmit. Ennek a korszaknak semmiféle emléke nem maradt ránk, azért sem, mert azóta hatalmas változások játszódtak le a Föld felszínén, és azért sem, mert a tengerben, illetve őslevesben úszkáló, a tű hegyénél milliószor

kisebb élőlények nem tudtak nyomot hagyni maguk után. Ez az egész, amit a replikátorokról elmondok, néhány tudós következtetése, akik közül a legismertebb Richard Dawkins [ricsard dókinsz]. Az ő nevéhez fűződik az a fogalom, hogy *önző gén*.

Egy percig még várjunk azzal, hogy mi a *gén*. Nézzük, mit jelent ebben az értelemben az *önző*. Azt, hogy „esélye van, hogy fennmarad". Ez ilyen valószínűségi játék. Nagyobb az esélye a fennmaradásra annak a replikátornak, amelyik például gyorsabban tud másolatokat csinálni magáról, de annak is, amelyik tovább él és hosszabb ideig tudja másolni magát. Persze egy bizonyos replikátor egy idő után elpusztul (szétbontják), de amíg vannak vele megegyező másolatai, addig létezik olyan fajta replikátor, tehát fennmaradt. A fennmaradás esélyeit csökkenti, ha egy replikátor lassabban másolja önmagát, ha rövidebb ideig él, vagy éppen ha tökéletlenebbül másol: akkor lesznek utódai, csak azok vagy elveszítik a másolás képességét, vagy másmilyen replikátorokat másolnak.

Millió és millió évekig zajlott ez a folyamat az őslevesben, aminek ezalatt fokozatosan megváltozott az összetétele, a replikátorok minden hozzáférhető molekulát beépítettek magukba. Azok a molekulák maradtak meg, amiknek nem vették hasznát. És egyre bonyolultabb replikátorok jelentek meg. Említettem azokat, amik el tudtak úszni vagy fel tudták ismerni az ellenséget. Eleinte valami nagyon egyszerű molekuláris szinten történhetett az ilyesmi, aztán fokozatosan egyre bonyolultabb „készülékeket" fejlesztettek ki. Például eleinte lehetett egy olyan részük, ami érzékelte a fényt, és amelyiknek ilyen volt, annak javultak a túlélési esélyei, ezért ezek jobban szaporodtak. De aztán lettek olyanok, amiknek fejlettebb volt ez a fényérzékelőjük, egyre jobban láttak a replikátorok, míg végül olyasmijük volt, amit joggal hívhatunk szemnek.


Ilyesféle képet látnak a rovarok

Néhányan azok közül, akik ma is meg vannak győződve arról, hogy a világ és rajta minden Isten puszta szavára jött létre, azzal próbálnak érvelni, hogy egy olyan bonyolult dolog, mint a szem, nem jöhetett létre egy csapásra a semmiből. És igazuk is van. Tényleg nem egy csapásra jött létre és nem a semmiből. Azt mondják, hogy ha az emberi szemből bármelyik építőelemét (retina, lencse, szaruhártya stb.) elvesszük, akkor azzal a szemmel már nem lehet látni, tehát az összes

elemének egyszerre kellett kialakulnia. És abban is igazuk van, hogy ha bármelyik alkotóelem hiányzik, akkor az a szem nem lát. De ez nem jelenti, hogy csakis egyszerre alakulhattak ki. Az evolúció (az élővilág fejlődésének folyamata) rengeteg változatát létrehozta a szemnek – akárcsak az összes többi testrésznek –, és ezek nem egyformán jók. Sok állatnak egészen kezdetleges szeme van, például a rovaroknak összetett szemük van, ami egy csomó kis fényérzékelőből áll, és mindegyik csak egyetlen színt lát. Így az általuk látott kép hasonló ahhoz, amit műanyag mozaikjátékból lehet összerakni. Nem túl részletgazdag, de az ő céljaikra megfelel.

Térjünk vissza a replikátorokhoz. Nyilván fölvetődik benned, hogy az miképpen lehetséges, hogy molekulák szerveket növesszenek maguknak. Végeredményben mekkora egy ilyen molekula?

Hát tényleg nagyon picike. Sokkal, de sokkal kisebb, mint bármilyen élőlénynek bármilyen testrésze. Egyetlen egysejtű állatka is milliárd és milliárd molekulából áll. Az lehetetlen, hogy egy molekula olyasmit növesszen magának, amit mi emberek testrésznek ismerünk. Mintha egy autóba olyan lámpát akarnánk beépíteni, ami nagyobb, mint Magyarország.

Erre nem volt képes semmilyen köznapi replikátor – csakis a replikátorok királya, a DNS.

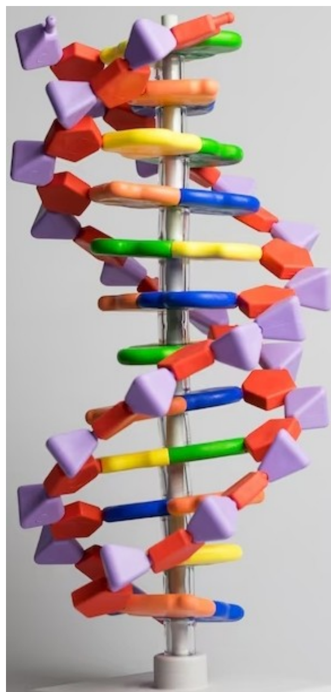
Az élet kettős spirálja

Egyszer aztán, amikor a replikátorok már ki tudja, hány millió és millió éve uralták az őslevest, egy csapat közülük összeállt. Mesélhetnék a konferenciáról, ahol ezt megbeszélték, de hát ezek molekulák voltak és nem tudtak effélét tenni. Bizonyára nem is egy egész csapat állt össze közülük, hanem csak néhány, amik alakítottak egy nagyobb replikátort. Persze automatikus, öntudatlan folyamat volt ez is. A molekulák nem gondolkodnak. Néhány összekapcsolódott, így is tudtak szaporodni, és fennmaradtak. Aztán egyre több lett az ilyen összekapcsolódott molekula csoport, és a csoportok is elkezdtek összekapcsolódni, de nem ám akárhogy: a replikátorok már nem magukban lebegtek az őslevesben. Bonyolult berendezéseket építettek maguk köré, amikben elbújnak a világ elől, és ezekre a *túlélőgépekre* bízzák, hogy gondoskodjanak az ő életben maradásukról. Ezek a gépek – az élőlények.



DNS-molekularészletek

Hogy hogyan történt ez? Nem tudjuk. Millió és millió évig tarthatott, amíg létrejött minden idők legnagyobb – méretében és sikerességében is legnagyobb – replikátora, a replikátorok királya, a legnagyszerűbb dolog, ami ezen a bolygón valaha kialakult: a DNS.



Ha megnézed képen, nem látszik rajta, hogy ennyire nagyszerű valami. Két csigalépcsőszerű spirálforma, amiket lépcsőfokok kötnek össze. De ha elmondom, hogy egy DNS-molekulában több millió ilyen lépcsőfok van, akkor már gyanús, hogy ez jelent valamit, főleg ha hozzáteszem, hogy a trükk a lépcsőfokok elrendezésében van. Ennek a könyvnek – vagy bármely magyar nyelvű könyvnek – a szövegében mintegy negyvenféle betű van, és ez elég, hogy bármilyen gondolatot kifejezzünk. Hát a DNS lépcsőfokai is betűk, egy négybetűs ábécé betűi, de olyan sok van belőlük, hogy egy egész élőlényt mindenestül le lehet írni velük.

Ma már – úgy kétmilliárd éve – minden élőlény DNS-sel „készül". Amikor megkezdődik egy új élőlény élete (megfogan, kicsírázik, osztódik, melyik mit), akkor a DNS-e széthasad hosszában, a lépcsőfokok kettéválnak, és a két fél DNS mellé felépül egy-egy másik fél DNS. Máris ketten vannak. Aztán kezdődik az egész elölről. A négybetűs ábécével leírt vaskos kötetnyi „szöveg" annak az élőlénynek a teljes leírását tartalmazza. Mit jelent ez? Azt, hogy le van benne írva az összes örökölt vonás. Ha foltos kutya az illető, akkor még a foltjainak az elrendezését is tartalmazza. Ha kivesznek a testedből egyetlen DNS-t, abból elvileg újra lehet építeni az egész testedet ugyanolyannak, és lesz egy egypetéjű ikertestvéred, aki fiatalabb nálad. Ez a klónozás. Ma már meg lehet csinálni. A tested minden egyes sejtje tartalmaz egy teljes másolatot a DNS-edből (kivéve a nők petesejtjeit és a férfiak spermiumsejtjeit, azok csak fél példányt kaptak, mert arra vannak szánva, hogy egyesüljenek, egy petesejt fél DNS-e meg egy spermium fél DNS-e az éppen egy egész, ennyi kell egy új élőlény, azaz kisbaba létrehozásához). Bárhonnan ki lehet venni egy DNS-t, nem fog hiányozni, van a szervezetedben egypár tucat billió sejt. Ha ezt a DNS-t mikroszkóp alatt beültetik egy petesejtbe, az osztódni kezd, és létrejön egy magzat, akit be lehet ültetni egy nő méhébe, és kilenc hónap múlva lesz egy kisbaba, aki pont úgy fog kinézni, ahogy te néztél ki újszülött korodban.

A DNS részeit géneknek hívjuk. Nagyon trükkösen működnek. Amikor a kettős spirál széthasad és elkezdődik a másolatkészítés, eleve két különböző DNS van jelen: az anyáé

és az apáé. A gének szétdarabolódnak és átrendeződnek, az egyik helyre az anyától származó gén ugrik be, a másikra az apától való. Ezt nagyjából a véletlen dönti el. Ezért van az, hogy ugyanaz a gyerek egyik tulajdonságában az anyjára hasonlít, a másikban az apjára. De megtörténik, hogy egy nagyszülőre vagy még korábbi ősre hasonlít valamiben, mert a gének keveredése mindenfélét képes okozni. Egy férfi örökölhet az apjától olyan tulajdonságot, ami csak a nőknél válik láthatóvá, és továbbadhatja a lányának. És létrejöhetnek olyan tulajdonságok, amik egyik szülőnek sem voltak meg, például léteznek betegségek, amiktől nem lehet valakinek gyereke, vagy fiatalon meghal. Ezeket nyilván nem lehet továbbörökíteni, tehát örökölni sem, mégis előállhatnak a gének sajátos összevissza kavargása folytán.

Az evolúció



Tengeri anemónák Giacomo Merculiano [dzsakómo merkuliáno] rajzán, 1893-ból. Mintegy félmilliárd éve jöttek létre

Millió és millió faj követte egymást az első replikátorok megjelenése óta. Becslések szerint ötmilliárd faj volt már Földünkön. Az evolúció, az élőlények változását, fejlődését okozó öntudatlan folyamat körülbelül hárommilliárd éve zajlik világunkon, de van olyan feltételezés, hogy az első életformák már 4280–3770 mé (millió évvel ezelőtt) léteztek. 3900–2500 mé körül éltek az első, nagyon kezdetleges, sejtmag nélküli élőlényecskék (prokarió-

ták). 3800–3500 mé: egy csapat rátermett, leleményes baktérium föltalálta a fotoszintézis első változatát, majd 3000 mé körül a másodikat, amely már oxigént is termelt. Addig nemigen lehetett oxigén a Föld légkörében – még akkor említettem, amikor a Marsról beszéltünk, hogy az oxigén csak akkor maradhat meg egy bolygó légkörében, ha valami gondoskodik az utánpótlásáról. A hármilliárd évvel ezelőtt élt baktériumoknak persze eszük ágában se volt belélegezhető levegőt gyártani olyan élőlények számára, amiknek a létrejöttéről ők nem is álmodhattak – egyszerűen csak vegyi folyamataik terméke volt az oxigén. Baktériumkaki.

1850 mé körül nagyon modern élőlények jelentek meg: az eukarióták, a valódi sejtmaggal rendelkező élőlények. Nem mintha ettől a prokarióták kimentek volna a divatból, dehogyis, elképzelhetetlenül sok él belőlük ma is a Földön, ott vannak mindenhol, a mi szervezetünkben is (vannak köztük betegséget okozó baktériumok is, de a többségük ártalmatlan vagy épp kimondottan hasznos). De az evolúció most már az eukariótákkal játszott szívesebben. 1300 mé: feltalálta a gombákat. 1200 mé: megjelent az ivaros szaporodás. 1000 mé: az első többsejtű növények partra szállnak egy ismeretlen világ partjain: a szárazföldön. 750 mé: megkezdődik az állatvilág kialakulása. 600 mé körül a légkörben levő oxigén egy része elkezdett ózonná alakulni, és kialakult az ózonréteg, ez később lesz fontos.

580 és 500 mé között, a kambriumnak nevezett időszakban az evolúció lelkesen gyártotta az új fajok sokaságát, már megjelentek az első gerinchúrosok is, néhány centis, hosszában szimmetrikus halacskaszerű állatok is, amik később a gerincesek ősei lettek – így a mi őseink is. Medúzák és hamarosan halak is úszkáltak az ősi tengerben, megszülettek az ízeltlábúak, az állatvilág legtöbb törzsének már kialakultak az elődei. Ebből az időszakból már sok megkövült állati maradványt ismerünk, ami lehetővé teszi ezeknek a fajoknak a megismerését.

De 251 mé kihalt a tengeri fajok 90-95 százaléka, és a szárazföldiek se voltak jól. Valószínűleg egy sor vulkánkitörés okozta Szibériában, amik nagy mennyiségű szén-dioxidot lövelltek a levegőbe, és ezt az élővilág rosszul bírta. De azért 225 mé körül megjelentek két hírneves csapat első képviselői. Az egyik az emlősök, akik eleinte egérméretű, egérszerű állatkák voltak. Még sokáig nemigen rúghattak labdába a dinoszauruszok mellett, akik mintegy százhatvanmillió évig uralták a Földet. Róluk számtalan könyv és film szól, ezért én most tovább is száguldok az időben, csak megemlítem, hogy a hatalmas dinók lába alatt már ugráltak békák, másztak teknősök, röpködtek körülöttük legyek, megjelentek a fenyőfák is – de a dinók virágkorának egyszerre vége lett hatvanhatmillió évvel ezelőtt.

Az összes dinoszaurusz kihalt, kivéve a madarakat. (Igen, a madarak azok dinoszauruszok, és minden idők leghatalmasabb ragadozójának, a tirannoszaurusznak a ma élő



Ellen Meiselman lefényképezte a kambrium élővilágát: a múzeumban

legközelebbi rokona a csirke.) A huszonöt kilónál nagyobb négylábúak többsége kihalt, viszont a teknősök és a krokodilok túlélték. Kihaltak a fotoszintetizáló növények, és mindazok az állatok, amik kizárólag ilyen növényekkel táplálkoztak.

Bumm

Mindennek az oka pedig egy óriási, tíz-tizenöt kilométer átmérőjű kisbolygó becsapódása volt, ami a mai Mexikóban levő Yucatán-félsziget [jukatán] partvidékét találta el. Azon a helyen, most egy Chicxulub Puerto [csiksulub] nevű kis kikötőváros van, ezért a becsapódást Chicxulub-katasztrófának is hívják. Hogy pontos legyek, nagyon sok település van arrafelé, nem messze Chicxulubtól van egy nagyváros is, Mérida. De a kikötőváros van a legközelebb annak a száznyolcvan kilométer átmérőjű, húsz kilométer mély kráternek a középpontjához, amit a becsapódás okozott. A kráterből ma már nem látszik semmi, sem a tengerben, sem a szárazföldön, csak a tudósok tudják kimutatni a nyomait.

Pedig a hatás minden képzeletet felülmúlóan borzalmas volt. Az emberkéz által okozott legnagyobb robbanás a Cár-bomba volt, amit a szovjetek robbantottak föl 1961-ben egy sarkvidéki szigeten. A chicxulubi robbanás ereje több mint egymilliószorosa volt a Cár-bombáénak. A lökéshullám a vadászrepülőgépek sebességével száguldott végig a Föld felszínén, kétségkívül már ez is nagyon sok állatot és növényt elpusztított. A kráterből kilökődött iszonyú anyagtömeg egy része kirepült az űrbe és nem is tért vissza, más

része visszatért és zuhanás közben izzani kezdett, majd földet érve erdőket égetett föl. De az igazi pusztulás csak ezután kezdődött. A levegőbe jutott rengeteg por és hamu egy évtizedig is ott lebeghetett és a szelek szárnyán beterítette az egész Földet. A légkörben úszó por árnyékolta a napfény útját a földfelszínre. A napfény pedig nélkülözhetetlen a növényeknek a fotoszintézishez. Nem bírták ki, kipusztultak, és magukkal rántották az összes olyan állatot, ami kizárólag velük táplálkozott.



Sajnos a festő nevét nem tudom. Akkor örökítette meg a robbanást, amikor az aszteroida még éppen csak becsapódott. Még sehol sincsen a hatalmas szökőár, a felhők is még nyugodtan várják a rájuk törő iszonyú lökéshullámot. Később a festő már nem festhetett, futnia kellett az életéért

Mindehhez hozzájárult az, hogy a por leszigetelte a Földből a világűrbe sugárzó hő útját is: ez az *üvegházhatás* néven ismert jelenség, aminek veszélyeit, károkozását ma is érezzük, de most az ember által termelt környezetszennyezés okozza. A csapdába esett hő fölmelegítette a Föld felszínét, és olvadozni kezdett a sarkvidékek jégpáncélja. Sok milliárd tonna víz ömlött az óceánokba, és megemelkedett a vízszint. Ma is tapasztaljuk ugyanezt – a környezetszennyezés miatt –: az olyan országokat, mint a Maldív-szigetek, már elnyeléssel fenyegeti az óceán, mert egészen laposak, a szó szoros értelmében csak centikre állnak ki a tengerből. Sok tengerparti város is küzd az emelkedő vízzel.

A chicxulubi robbanáshoz hasonlót, csak szerencsére sokkal kisebbet a modern korban is megéltünk, vagyis hát ükapáink megéltek: 1883-ban, amikor Indonézia egy kis szigetén felrobbant a Krakatau vulkán. A lökéshullám háromszor megkerülte a Földet, legalább harminchatezer ember meghalt, a kitörés nyomán támadt vulkáni télben pedig évekre rossz lett a termés az egész világon. Meglátásom szerint az ebből fakadó gazdasági világválság vezetett harminc évvel később az első világháború kitöréséhez.

A teremtés koronája

Az evolúció azonban nem állt meg, a Föld hajnalkorában elkezdődött történet változó szereplőkkel folytatódott. A madarak és az emlősök is elkezdtek sokfelé tagozódni. 66 mé megjelentek a rágcsálók, 62 mé a pingvinek, 60 mé a baglyok és az első főemlősök, 52 mé a denevérek, 40 mé a lepkék, 38 mé a medvék, 4 és fél mé – az australopithecus.

A neve azt jelenti: „déli majom”. Egyike a legősibb ismert emberféléknek. Afrika keleti részén sokfelé megtalálták kövületeit, Csádtól a Dél-afrikai Köztársaságig. Méreteiben nagyjából megegyezett távoli unokatestvérével, a csimpázzal. Több mint másfélmillió évig éltek australopithecusok a Földön, de a nyomukban már jöttek az utódok, akik közül a 350 eé (ezer évvel ezelőtt) kialakult neandervölgyi embert említem, akik 25-35 eé haltak ki, akkoriban, amikor az ember háziasította a kutyát. De már nem a neandervölgyi. 300 eé megszületett a *homo sapiens,* az „értelmes ember”, az a lény, amely értelmes lett és civilizációt alkotott.



Ez a neandervölgyi úr bárkinek megengedi, hogy lefényképezze: Németországban, a Mettmann városbeli Neandervölgy Múzeumban

170 eé az ember már ruhát viselt. 130 eé emberek éltek Kréta szigetén, ami azt jelenti, hogy ismerték a tengerhajózást. 120 eé körül keletkeztek a legősibb ismert jelek, amiket csontokba karcoltak. 100 eé: az első építmények. 75 eé: egy borzasztó erejű vulkánkitörés, a Toba (szintén Indonéziában) majdnem kipusztította az emberi fajt, talán tízezren maradtak a Földön, de lehet, hogy csak háromezren.

De mégiscsak elszaporodtunk. 1804-ben a Föld népessége elérte az egymilliárdot. Ehhez kellett hetvenötezer év a Toba kitörése óta. A második milliárdhoz azonban már csak százhuszonhat évre volt szükség, 1930-ban éltek ennyien a világon. 1960-ban megszületett a hárommilliárdodik földlakó, és ettől kezdve 11-14 évenként lettünk többen egy-egy milliárddal. 2022-ben értük el a nyolcmilliárdot.

És ebből még mindig nem is lenne akkora gond, ha a emberiség legnagyobb része nem gondolná úgy, hogy ő a teremtés koronája, az ő kedvéért létezik a Föld, az élővilág, minden. Ezért szennyezi, rombolja tetszése, pillanatnyi szeszélye szerint.

Pedig bizony nem. A Föld nekünk csak átmeneti időre szóló lakóhelyünk. Mindenki csak néhány évtizedet élhet rajta, nagyon maximum egy évszázadot vagy egy kicsivel többet. Aztán ő maga már nem lesz, csak a nyomai annak, amit tett életében, azok maradhatnak meg. Akár hasznosat tett, akár károsat. Az évtizedekkel ezelőtt felrobbantott

atombombák maradék sugárzása még megvan, bár már nem élnek azok a fizikusok és katonák, akik felrobbantották őket. Viszont megvannak Velence, Moszkva, Peking, Isztambul szép régi házai is, és már azok sem élnek, akik azokat alkották.

De élünk mi, akik megörököltük tőlük ezeket a házakat. Megörököltük a tizenkilencedik századi regényeket, a huszadik századi filmeket. És azt a környezetet, amit az őseink maguk után hagytak.

Mi pedig a mi leszármazottainkra fogjuk hagyni mindezt. Csak kölcsönbe kaptuk a Földet az unokáinktól.



Amiről még beszélni akartam

Van pár dolog, amikről megígértem, hogy beszélgetni fogunk még, és aztán nem jutott rá alkalom, másról volt szó. De elég érdekesek ahhoz, hogy utólag még visszatérjek rájuk.



Amikor a Holdról beszélgettünk, említettem, hogy két időszak őrzi jelentőségét a naptárban: a hónap és a hét. Igen, mert az ősidőkben az emberek szerettek volna valami olyan időmérési módszert, amivel pár napnál hosszabb időtartamokat is el tudnak képzelni. Túl macerás volt napokban számolni például a vetéstől aratásig hátralevő időt. Azt még nem tudták, hogy meddig tart egy év, de nehéz is volt kideríteni, mert nincs egyértelmű jele annak, hogy mikor kezdődik egy új év, vagy egy adott naptól számítva mikor telik el egy kerek év. Az évszakokkal hasonló a helyzet (ráadásul a régi emberek többsége a meleg égövön élt, ahol az évszakok között nem túl látványos a különbség).

De ott volt a Hold. Bizonyára már az ősember is eltűnődött azon, hogy miféle furcsa lény (isten, persze) az ott fönt, aki éjszakáról éjszakára folyamatosan változtatja az alakját, időnként teljesen eltűnik, aztán megint előbukkan, némi idő elteltével ragyogó, fehér korong lesz belőle, aztán megint elfogy… Biztos vagyok benne, hogy már az őskorban elkezdték megszámolni, hogy ez hány napba telik. Létezik néhány csont a kőkorból, több tízezer évesek, amikbe rovátkákat véstek; azt nem tudjuk biztosan, hogy erre a célra szolgáltak-e, de hogy valamiképpen számolták a napokat, arról meg vagyok győződve.

A babiloniak voltak aztán azok, akik több mint négyezer évvel ezelőtt kidolgozták azt a naptárat, amiből egy csomó elemet máig megtartottunk. Akkorra már minden óvodás tudta, hogy a Hold harminc naponként megy át egy teljes alakváltozáson, de nem pontosan. Valójában 29,53 napig tart. Átlagosan! Mert a pontos időtartam a Holdnak a Földtől való pillanatnyi távolságától is függ. Ezt az őrületesen türelmes babiloni csillagászok

számolták ki. Mármost amit mi újholdnak hívunk, az nekik a holdisten újjászületése volt, és azt meg kellett ünnepelni. Eleinte 29-30 naponként tartottak egy ilyen ünnepet, amit úgy hívtak, hogy *sappatu.* Aztán jött egy újmódi, modern szokás: megünnepelték a két újhold között félúton levő napot, a teliholdat is, és az újhold és telihold között félúton levő napot, az első negyedet és az utolsó negyedet is. Ezeket is sappatunak hívták. No igen, de hány naponként? Eleinte nyilván akkor, amikor ezek a holdfázisok bekövetkeztek. De ez történhet 6,58 nap elteltével és 8,24 nap múlva is, mert a Holdnak a Földtől való távolsága változik, és eszerint a keringési sebessége is. Hat-hét-nyolc naponként ünnepeltek.

Hanem az istenek közbeszóltak.

A babiloniak hét istent tartottak számon az égbolton: Marduk (Jupiter), Istár (Vénusz), Ninurta (Szaturnusz), Nabu (Merkur), Nergal (Mars), Szin (Hold) és Samas (Nap). Ugyanis ezeknek van az a sajátos tulajdonságuk, hogy a csillagképek egy darabban forgó hátteréhez képest változtatják a helyüket, ennélfogva csakis istenek lehetnek.

Ha hat, hét vagy nyolc naponként lehet sappatut ünnepelni, akkor egykettőre kialakulhat (és ki is alakult) a szokás, hogy mindegyik napon ünnepeljenek egy istent. Akkor viszont a hatnapos időszak eleve szóba sem jöhet, hiszen egy istent megfosztana a neki járó ünneptől. De a nyolcnapos időszak sem jöhet szóba, mert akkor meg kié lenne a nyolcadik nap? Egy darabig alighanem huzavona folyt a Hold és a hét isten között, aztán a többség győzött: elkezdtek hétnaponként ünnepelni sappatut, és a hét napot hozzárendelték egy-egy istenhez.

Mivel a babiloniak kihaltak, ez az egész feledésbe merülhetett volna. Csakhogy még jóval ezt megelőzően elfoglalták Jeruzsálemet és a zsidó nép egy részét elhurcolták Babilonba, fogságba. Ez évtizedekig tartott, sokaknak már az unokáik tértek vissza, amikor végül megengedték nekik – hát a hosszú idő alatt sok mindent átvettek a babiloniaktól. A naptárukat is, hiszen az ókori emberek (meg a későbbiek is) elég ingerültek tudtak lenni, ha valaki nem tartotta az ő munkaszüneti napjaikat, netán munkaszüneti napot tartott olyankor, amikor náluk munkanap volt. Isten ments, azazhogy istenek mentsenek... De hogyan ünnepeljék a zsidók a sappatut, a pogány holdisten ünnepét, aminek az ő vallásukban semmi keresnivalója? Megoldották. A *Teremtés könyvé*be ekkoriban került bele, hogy Isten hat nap alatt teremtette a világot, és a hetediken megpihent. Tehát mindenkinek pihenni kell a hetedik napon, amit úgy hívnak, hogy – a babiloni szó csekélyke változtatásával – *sabbat.* Később ez a szó világszerte elterjedt, a magyarba a görögön és a szlávon keresztül jutott el, és ma úgy ejtjük, hogy *szombat.*

A hét többi napját a zsidók egyszerűen csak megszámozták, a mai vasárnap volt az első nap, a hétfő a második stb., csak aztán a rómaiak megint átvették az istenek szerepeltaté-

sét a hét egyes napjain. A zsidók ezt nem tehették, hiszen nekik csak egy istenük volt, a rómaiak viszont örömmel rendelték hozzá a hét nap mindegyikét az égbolt egy-egy istenéhez, ugyanazokhoz, mint a babiloniak, csak más neveken:

vasárnap: dies Solis [diész szólisz] – Nap

hétfő: dies Lunæ [diész lúné] – Hold

kedd: dies Martis [diész mártisz] – Mars

szerda: dies Mercurii [diész merkuríi] – Merkur

csütörtök: dies Iovis [diész Jóvisz] – Jupiter

péntek: dies Veneris [diész Venérisz] – Vénusz

szombat: dies Saturni [diész szaturni] – Szaturnusz

Aztán amikor a kereszténység kialakult, az első keresztények, akik természetesen zsidók voltak, meg akarták különböztetni magukat a többi zsidótól, ezért úgy döntöttek, hogy Jézus feltámadásának napját fogják ünnepelni, vasárnapot, nem pedig a sabbatot. Végül is a Bibliában az áll, a zsidóban és a keresztényben is, hogy „szenteld meg a hetedik napot”. Az nincs benne, hogy honnan számítva hetediket. Ugyanezt a módszert követte később az iszlám is, ahol a pénteket választották, Mohamed mennybemenetelének napját.

Ma a világban négyféle nappal is kezdődhet a hét. A mai nap, 2023. április 23-a az egész világon vasárnap volt, de ez nálunk a hét utolsó napja, máshol az első, a második vagy a harmadik.

A hónapot most már hamar meg tudjuk beszélni. A két újhold közötti időszak (eleinte egy sappatu, később négy sappatu időtartama) volt egy hónap. Hamar kiderült, hogy ez praktikus mértékegysége az év hosszának, mert egy évben éppen tizenkét hónap van… illetve tizenhárom… illetve…

No igen, a törtszámok. A Föld valójában 365 és egynegyed nap alatt kerüli meg a Napot, ez az év pontos hossza (de milyen soká tartott, amíg ezt kiderítették!), a két újhold között pedig, mint megbeszéltük, 29,53 nap van. A kettő hányadosa 12,37 és még egy halom tizedesjegy. Merthogy ugye sem a Földet, sem a Holdat nem kötelezi semmi, hogy a keringésük, forgásuk során bármiféle kerek számokhoz ragaszkodjanak, és nem is ragaszkodnak – ellenben a fizika törvényeihez annál inkább, és azok fütyülnek a kerek számokra.

Ezért rengetegféle naptár született, ahol ezt a 12,37 holdciklusból álló hónapot megpróbálták megközelíteni. Az egyiptomiak például fütyültek az egészre és harmincnapos hónapokat vezettek be, évente egy ötnapos plusz időszakkal, ez kereken 365 nap és kész. Az egyiptomi birodalom elég hosszú ideig állt fenn ahhoz, hogy az év kezdete végigvándoroljon az évszakokon (az egynegyed napnyi hiba ugye négy év alatt egy egész nap,

negyven év alatt már tíz nap…), de nem érdekelte őket, tartották magukat a hagyományhoz. Az iszlám naptár 355 napos, évente tíz nappal elcsúszik az évszakoktól. A zsidók és a kínaiak csuda bonyolult rendszert dolgoztak ki, hatféle hosszúságú évvel, amik trükkös elrendezésben követték egymást. A keresztények eleinte a Julián-naptárat használták, ami elég pontos volt, de a 16. századra kiderült, hogy mégsem elég pontos, ezért bevezették a Gergely-naptárat, ami valamivel pontosabb – és a kettő közötti eltérés miatt van az, hogy szerb ismerőseim akkor tartják a karácsonyt, amikor én már lebontottam a fát, január 7-én.



A második ígéretem a fekete lyuk. Amikor a Galaxisról volt szó, akkor említettem, hogy a közepében van egy fekete lyuk, ami négymilliószor akkora, mint a mi Napunk.

Amit a hidrogénatomokról mondtam az űrben, hogy vonzzák egymást és összeugorhatnak csoportokba, az csillagokra is igaz. Kellő közelségben éldegélő csillagok belekerülhetnek egymás vonzásába és összeütközhetnek. Az így létrejövő csillagnak nagyobb lesz a tömege, így a vonzóereje is, és messzebbről is magához tud vonzani további csillagokat. Tehát egyre nőni fog, ha van a közelben elég csillag.

Külön nem hangsúlyoztam ki, de minél nagyobb egy égitest tömege, annál nagyobb sebességre van szüksége annak a *bárminek,* ami távozni szeretne a felszínéről. Ezt hívjuk szökési sebességnek. A Földet elhagyó űrhajóknak sokkal nagyobb sebességgel kellett indulniuk, mint a kis holdkompoknak, amikor felszálltak a Holdról: annak sokkal kisebb a tömege, sokkal alacsonyabb sebességre van szükség hozzá. Viszont azzal a sebességgel, amivel a Földről fel lehet szállni, még nem lehet elhagyni a Naprendszert, hiszen a Nap vonzóereje sokkal nagyobb a Földénél.

Egy csillag felszínéről űrhajó soha nem akar elindulni, de valami más igen: a fény. Vagyis a nagyon összetett sugárzás, ami tartalmaz látható fényt, röntgensugárzást stb.

Ha a csillag tömege növekszik, növekszik a szökési sebesség is. Egy ponton a csillag már akkora, hogy a szökési sebesség nagyobb a fény sebességénél – és a fény csapdába esett. Többé nem tud távozni onnan.

A fekete lyukak ezért láthatatlanok, csak úgy lehet észrevenni őket, hogy eltakarnak valamit, aminek ott kellene lennie. Nagyon foglalkoztatják a csillagászokat, mert tele vannak rejtélyekkel – de ezek megértéséhez nekem kevés a tudásom, ehhez már csillagásznak kell lenni.

A harmadik ígéretet a Föld őstörténetének mesélése közben tettem: ez az ózonréteg. Nagyon érdekes dolog. A légkörben levő oxigéngáz olyan molekulákból áll, amiket két oxigénatom alkot. Ezek szorosan összekapaszkodnak, így: O–O. Ezt az oxigént lélegezzük be.

Igen ám, de az oxigén másképpen is tud molekulát alkotni. Ha három atom kapaszkodik össze, akkor ózont kapunk: O–O–O.

Az ózon nem alkalmas lélegzésre, mérgező. Nagyon kis mennyiségben fertőtlenítésre használják.

Mint mondtam, hatszázmillió évvel ezelőtt kialakult a Föld légkörében egy ózonréteg, természetes kémiai folyamatok eredményeként. Ez még önmagában se nem jó, se nem rossz. Van, létezik, és kész. Húsz-huszonöt kilométeres magasságban a légkörben sok az ózon: minden százezer oxigénmolekulára jut egy molekulányi ózon. Nem tűnik soknak, de elég ahhoz, hogy nagyon komoly hatást gyakoroljon a mi életünkre itt lenn a felszínen.

Beszéljünk egy kicsit most a napfényről. A Napból a Földre jutó sugárzásnak csak egy része az, amit fénynek hívunk, vagyis a látható fény. Másféle sugárzásokat is kapunk. A teljes készletet *elektromágneses spektrum*nak hívják, és a következőket tartalmazza: rádióhullámok, mikrohullámok, infravörös (vagyis hősugárzás), látható fény, ultraibolya, röntgensugárzás, gammasugárzás. A sorrend azt mutatja, hogy mennyi energia van az egyes sugárzásokban: a legkevesebb a rádióhullámokban, a legtöbb a gammasugárzásban.

Most nézzük meg közelebbről az ultraibolyát (másik nevén az ultraviolát, röviden UV-t). Három típusát különböztetjük meg, amiket A, B, C betűkkel jelölünk.

A legkisebb energiájú UV-A fényből sokat kapunk a Napból, de elő is állítjuk alkalmas lámpákkal. Ettől a fénytől barnulunk le, amikor napozunk. Nem veszélyes.

A nagyobb energiájú UV-B fényből már kevesebbet kapunk a Napból. Veszélyes, de alkalmas például egyes bőrbetegségek gyógyítására. Óvatosan kell bánni vele. Azért nem

szabad túl sokat lenni a tűző napon, mert a napfényben UV-B sugarak is vannak. (Valamint az infravörös sugarak miatt, amiktől túlhevülhet és kiszáradhat a bőrünk.)

A legnagyobb energiájú UV-C fény minden földi élet számára halálos veszélyt jelent. Égési sérüléseket, vakságot, rákot okozhat. A Napból nem kapunk ilyet. Előállítjuk lámpával, amit például baktériumölésre használunk, de nem szabad belenézni, még a fény útjába állni sem!

Most nyilván van két kérdésed. Az egyik, hogy miért beszélek én itt az ultraibolya fényről, amikor az ózonréteget félbehagytam. De ezt a kérdést már nem is kell megválaszolnom, ha válaszoltam a másik kérdésre: hogy lehet, hogy a Nap ilyen rendes és gondoskodó, hogy minél veszélyesebb típusú az ultraibolya fény, annál kevesebbet küld?

Hát persze sehogy. A Nap nem rendes és nem gondoskodó. A Nap egy irdatlan gázgömb, amiben másodpercenként hatszázmillió tonna hidrogén fuzionál héliummá. Egy csillag – nem több és nem kevesebb. A Nap mindenféle sugárzást ont magából, mert ezt mondják a fizika törvényei, és egyáltalán nem érdekli, hogy velünk mi van.

Csakhogy a mi légkörünkben van valami, ami a legkevésbé veszélyes UV-A sugarak nagy részét átengedi, a veszélyesebb UV-B sugarakból keveset enged át, a halálos veszélyt jelentő UV-C sugarakat pedig kirekeszti.

Úgy van. Az ózonréteg.

Hát akkor ő az. Az ózonréteg az, aki ilyen rendes, hogy kiszűri a számunkra veszélyes sugarakat.

De hát ez sem így van. Éppen fordítva. Ezek a sugarak azért veszélyesek az élővilág számára, mert az ózonréteg hatszázmillió éve kiszűri őket. Az élet mindig és mindenhol ahhoz alkalmazkodik, amit talál. A tengeri állatok a tengerben tudnak megélni, a szárazföldiek a szárazon. Nem lenne lehetetlen, hogy mindkét helyhez alkalmazkodjanak, csak nem tették meg, mert nincs rá szükség.

Hát az UV-B és UV-C sugárzáshoz sem alkalmazkodott az élet, mert nem kellett. Az ózonréteg kiszűrte. Ha nem szűrte volna ki, az élőlények alkalmazkodtak volna hozzá, hiszen csak az marad életben, aki képes erre. A természetben nincs kórház, nincs társadalombiztosítás, a gyenge elpusztul, ha pedig egy faj gyenge, az kipusztul.

Ez hatszázmillió éven át jól működött. Az ózonréteg megszűrte az ultraibolya sugarakat, az élővilág pedig elvolt a réteg védelmében. Akarom mondani… csak 599 999 950 éven át. Mert az elmúlt ötven évben kilyukadt az ózonréteg.

Pontosabban ötven éve tudunk róla.

Most vegyészkedjünk egy kicsit. Nézzük meg, hogyan csinálja az ózonréteg azt a szűrést.

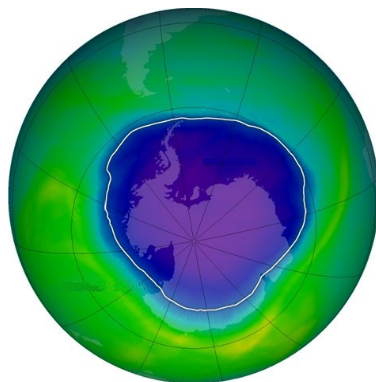
Van ugye az ózonmolekula: O–O–O. És van az ultraibolya fénysugár, ami jön a Napból, nyílegyenesen lefelé. Az ózonmolekula ott kóricál a levegőben. És egyszer csak belecsap az UV-B sugár. Az ózonmolekula ezt nem bírja ki, szétesik: O–O és O lesz belőle, egy oxigénmolekula és egy magányos oxigénatom. Viszont közben legtöbbször visszaveri az UV-B sugarat.

A magányos oxigénatomot csupa O–O molekula veszi körül, ezért bármikor bekövetkezhet, hogy egyesül az egyikkel. Ehhez energiára van szükség, amit egy UV-C sugár tud megadni. Az O–O és az O egyesül, megint O–O–O lesz belőlük, és eközben mindig visszaverik az UV-C sugarat.

Ez így megy hatszázmillió éve. Az egyik sugár kettétöri az ózonmolekulát, a másik újra összeragasztja, és közben mindkettő visszaverődik; a B nem mindig, a C mindig. Ezért a B-hez valamennyire alkalmazkodnia kellett az élővilágnak, a C-hez meg nem. Hatszázmillió éve zajlik ez így minden nap minden egyes másodpercében, mármint persze csak napkeltétől napnyugtáig.

Kivéve, amikor az O–O és az O nem tud egyesülni.

A magányos oxigénatomok olyanok, mint a kóbor kutyák. Borzasztóan szeretnének csatlakozni valakihez. Ezért van az, hogy annyi sokféle anyag éghető (vagyis egyesíthető a levegő oxigénjével) vagy rozsdásodni tud (vagyis egyesülni a levegő oxigénjével). Hát ha ott fenn a légkörben, amikor a magányos oxigénatom ott kószál és várja, hogy pártfogásába vegye egy O–O, akkor valamilyen más atom érkezik – ő ahhoz is örömmel csatlakozik. Például egy klóratom meg egy oxigénatom az egy klór-monoxid molekula. Vagy két klóratom közrefoghat egy oxigént, s létrejött egy diklór-monoxid molekula. Ők mindhárman boldogok, s mi is igazán örülnénk az örömüknek – csak hát ezek a molekulák nem képesek visszaverni az UV sugarakat. És már nem tudnak szétbomlani és visszaalakulni ózonná, mert ahhoz több energia kell, mint amennyit a napfényből kaphatnak.



Az ózonlyuk 2004-ben. A fehér vonal azt a határt jelzi, amin belül az ózonréteg már nem volt elég vastag

No jó – de hogy került a légkörbe klór?

Alapvetően két forrásból. Az egyik az óceánok vize, amely párolog, és eközben mindenféle anyagokat visz magával fölfelé, klórt is. De ez így volt az elmúlt hatszázmillió év

minden napján, az ózonréteg mégis jól elvolt. A gond a klór másik forrásával van. Ez pedig az élővilág sok millió faja közül egyetlenegynek a tevékenysége: az ipar.

Nagyon sok mindenre használnak az iparban klórt és klórvegyületeket. Önmagában mérgező, ezért kórokozókat ölnek vele, azaz fertőtlenítenek. Már nemzetközi egyezmény van egy klórvegyületcsoport betiltásáról, amiket hajtógázként használtak különféle szórófejes palackokban és hűtőfolyadékként hűtőszekrényekben – csak amikor ezek tönkremennek, kidobják, összetörik őket, akkor kiszabadul a klór és megy ózonréteget lyukasztani.

Volt már úgy, hogy az Antarktisz fölött nagyobb volt az ózonlyuk, mint az Antarktisz maga. Márpedig a kisszámú sarkvidéki állatvilágot is félteni kell az erős ultraibolya sugárzástól, meg a nagy energiájú fény a jég olvadását is gyorsítja, még a mellé a fölmelegedés mellé, amit szintén mi okozunk a környezetszennyezéssel.

Két ózonlyuk van: a nagyobbik a Déli-sarkvidéken van, a kisebbik az Északin. Ennek két oka van. A klór jobban vegyül az oxigénnel, ha nagyon hideg van, és a Föld forgása nyomán a légtömegek a sarkvidékek fölött örvénylenek. Télen a lehűlő sarki táj valósággal magába szívja a hideg levegőt, benne a klórral, brómmal, mindenfélével, amit a mi iparunk kiköpködött, és a fél évig tartó sarki télben ezek azt csinálnak az ózonnal, amit akarnak. Vagyis hát akarni nem akarnak éppenséggel, hiszen ezek csak atomok, nem gondolkodnak, de a károkozás ettől még megvan.

Föld Kettő

Persze van megoldás. Ha túlságosan tönkretesszük a Földet, akkor el kell menni innen. Letelepedni Föld Kettőn. Egyszerű ez.

Csak néhány probléma van vele.

Először is: a ma létező űrhajóink csillagászati összegekbe kerülnek és öt-hat embert tudnak az űrbe juttatni. Olyanokat kellene építeni, amik elég nagyok ahhoz, hogy otthont és megélhetést tudjanak adni nagyon sok embernek. De elég olcsóak és gyorsan gyárthatók ahhoz, hogy sokat tudjunk építeni belőlük. Mert ha egy hajón tízezer ember utazhat, akkor egymillió embernek száz hajóra van szüksége – egymilliárd embernek ezerre. Ha csak ötezer ember utazhat egy hajón, akkor kétszer annyira.

Másodszor: az űrbe is csak épp hogy ki tudjuk küldeni a hajóinkat, de a Holdnál messzebb még nem járt űrhajós. Az pedig csillagászati értelemben nem is távolság. Pár napra elegendő élelem, víz, levegő és energia kellett két-három embernek. És azt megszervezni is több ezer ember évekig tartó munkája volt. Ahhoz, hogy sok ezer embert szállító hajókat indíthassunk el Föld Kettőre, talán évszázadokig tartó útra…

…ja igen. Ez a legnagyobb probléma. Föld Kettő nem létezik. A csillagászok egyelőre nem tudnak olyan bolygóról, sem a mi Naprendszerünkben, sem egy másikban, amelyik lakható lenne.

Itt kell élnünk, még elég sokáig. És egyébként is: ez a világ túl szép ahhoz, hogy tönkre-tegyük.



TARTALOM

